

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

УТВЕРЖДАЮ
Директор института
Уваров В.А.
«25» 05 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

Теоретические основы электротехники

направление подготовки (специальность):

08.03.01 Строительство

Направленность программы (профиль, специализация):

Электроснабжение и механизация строительства

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

очная

Инженерно-строительный институт

Кафедра теплогазоснабжения и вентиляции

Белгород 2023

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство» (уровень бакалавриата), утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 31 мая 2017 г. № 481;
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2023 году

Составитель (составители): к.т.н., доц.

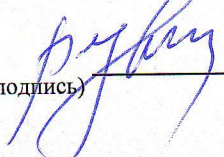

(ученая степень и звание, подпись)

(Н.Ю. Саввин)
(инициалы, фамилия)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 05 » _____ 05 _____ 2023 г., протокол № 12

Заведующий кафедрой: д.т.н., проф

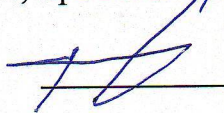

(ученая степень и звание, подпись)

(В.А. Уваров)
(инициалы, фамилия)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 25 » _____ 05 _____ 2023 г., протокол № 10

Председатель канд. техн. наук, доцент
(ученая степень и звание, подпись)


(А.Ю. Феоктистов)
(инициалы, фамилия)

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
Профессиональные	ПК-1 Способность проводить обследования технического состояния средств технического и энергетического обеспечения строительства	ПК-1.1 Выбирает нормативно-технические, нормативно-методические документы, регламентирующие организацию и проведение обследования технического состояния средств технического и энергетического обеспечения строительства	Знать: основной перечень нормативно-технических, нормативно-методических документов, регламентирующих организацию и проведение обследования технического состояния средств энергетического обеспечения строительства. Уметь: выполнять обследования технического состояния средств энергетического обеспечения строительства. Навыки: выбора нормативно-технических, нормативно-методических документов, регламентирующих организацию и проведение обследования технического состояния средств технического и энергетического обеспечения строительства
		ПК-1.5 Выполняет визуальное обследование технического состояния средств технического и энергетического обеспечения строительства в соответствии с техническим заданием	Знать: основные узлы и способы соединения проводников в соответствии с техническим заданием Уметь: выявить неисправности в электрической схеме в соответствии с техническим заданием Навыки: визуального обследования технического состояния средств технического и энергетического обеспечения строительства в соответствии с техническим заданием
	ПК-3 Способность выполнять обоснование проектных решений по техническому и энергетическому обеспечению строительства	ПК-3.2 Выбирает и сравнивает проектные решения энергоснабжения строительных объектов, обеспечивающих выполнение требований технического задания на основе типовых решений отдельных элементов и узлов	Знать: основные проектные решения энергоснабжения строительных объектов, обеспечивающих выполнение требований технического задания на основе типовых решений отдельных элементов и узлов Уметь: выбирать и сравнивать проектные решения энергоснабжения строительных объектов, обеспечивающих выполнение требований технического задания на основе типовых решений отдельных элементов и узлов Навыки: выбора и сравнения

			проектных решений энергоснабжения строительных объектов, обеспечивающих выполнение требований технического задания на основе типовых решений отдельных элементов и узлов.
--	--	--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция ПК-1 Способность проводить обследования технического состояния средств технического и энергетического обеспечения строительства

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Специальные узлы и детали строительных машин и оборудования
2	Машины, оборудование и инструмент в строительстве
3	Грузоподъёмные машины и механизмы
4	Электробезопасность
5	Энергоаудит

2. Компетенция ПК-3 Способность выполнять обоснование проектных решений по техническому и энергетическому обеспечению строительства

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Электроснабжение объектов капитального строительства
2	Электроэнергетические системы и сети
3	Основы автоматизированного проектирования систем электроснабжения
4	Машины, оборудование и инструмент в строительстве
5	Грузоподъёмные машины и механизмы
6	Воздухоснабжение производственных зданий
7	Организация и планирование технического обеспечения в строительстве
8	Планирование монтажа и ТЭО
9	Привод строительных машин

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зач. единиц, 180 часов.

Форма промежуточной аттестации экзамен

(экзамен, дифференцированный зачет, зачет)

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 4
Общая трудоемкость дисциплины, час	180	180
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	68	68
лекции	34	34
лабораторные	17	17
практические	17	17
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	112	112
Курсовой проект	-	-
Курсовая работа	-	-
Расчетно-графическое задание	-	-
Индивидуальное домашнее задание	52	52
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	60	60
Экзамен	36	Экзамен (36)

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объем

Курс 2 Семестр 4

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1. Линейные электрические цепи постоянного тока.					
1.1	Основные понятия и определения теории электрических цепей. Электрическая цепь. Топологические понятия электрических цепей. Идеальные элементы электрических цепей. Схема замещения электрической цепи. Расчетные схемы источников электрической энергии. Законы Ома, Кирхгофа, Джоуля-Ленца, Баланс мощностей. Потенциальная диаграмма.	2	1	1	4

1.2	Применение законов Ома, Кирхгофа, Джоуля-Ленца при расчете электрических цепей. Метод эквивалентных преобразований. Метод контурных токов.	2	1	1	4
1.3	Метод узловых потенциалов. Метод двух узлов. Преобразование пассивных трехполюсников.	2	1	1	4
1.4	Принцип и метод наложения. Входные и взаимные проводимости. Входное сопротивление. Теорема взаимности. Теорема компенсации. Свойство линейности соотношений. Метод эквивалентного генератора.	2	1	1	5
1.5	Линия электропередачи постоянного тока. Передача энергии от активного двухполюсника к пассивному. Режимы работы линии электропередачи постоянного тока. Условие передачи максимальной мощности. Экономичная работа линии электропередачи постоянного тока.	2	1	1	5
2. Линейные электрические цепи однофазного синусоидального тока					
2.1	Величины характеризующие, синусоидальный ток. Действующие и средние значения синусоидальных величин. Коэффициент амплитуды, коэффициент формы. Представление синусоидальных функций в виде временных диаграмм, тригонометрических функций, вращающихся векторов на комплексной плоскости, комплексных чисел. Векторные диаграммы.	4	2	2	8
2.2	Цепи однофазного синусоидального тока, содержащие R, L, C элементы. Активное сопротивление в цепи переменного синусоидального тока. Индуктивность в цепи переменного синусоидального тока. Емкость в цепи переменного синусоидального тока. Закон Ома для действующих, амплитудных значений напряжений и токов. Мощность цепи синусоидального тока.	2	1	1	4
2.3	Последовательное соединение R, L, C элементов в цепях синусоидального тока. Треугольник напряжений. Треугольник сопротивлений. Параллельное соединения R, L, C элементов в цепях синусоидального тока. Треугольник токов. Треугольник проводимостей. Активная реактивная и полная мощности. Треугольник мощностей.	2	1	1	4
2.4	Расчет цепей синусоидального тока с применением векторных диаграмм. Применение комплексных чисел к расчету цепей синусоидального тока (символический метод). Законы Кирхгофа и Ома в комплексной форме. Выражение мощности в комплексной форме записи. Измерение мощности ваттметром. Коэффициент мощности и способы его повышения.	4	2	1	5
2.5	Резонанс напряжений и токов в простейших цепях. Резонансные явления в сложных цепях. Практическое значение резонанса.	2	1	1	4

2.6	Основные понятия и определения индуктивно-связанных цепей. Расчет Индуктивно-связанных цепей. Замена индуктивно-связанных цепей эквивалентными (развязывание магнитосвязанных цепей). Экспериментальное определение взаимной индуктивности. Трансформатор без ферромагнитного сердечника.	2	1	1	4
3. Трехфазные цепи					
3.1	Основные понятия и определения. Понятие о трехфазных источниках питания и о многофазных цепях. Получение трехфазной системы ЭДС. Временная и векторная диаграммы трехфазной системы ЭДС. Преимущества трехфазных систем. Трехфазная цепь. Основные схемы соединения трехфазных цепей. Определения линейных и фазных величин. Понятие нейтрали. Нейтральный провод. Линейные провода. Соотношения между линейными и фазными напряжениями и токами. Расчет симметричных и несимметричных трехфазных цепей, включенных по схеме соединения звезда-звезда с нейтральным проводом, звезда-звезда без нейтрального провода. Соединение нагрузки треугольником. Аварийные режимы: обрыв фаз и проводов, короткое замыкание фаз. Назначение нейтрального провода.	4	2	2	5
3.2	Мгновенная, активная, реактивная и полная Мощности трехфазной системы. Измерение активной мощности в трехфазной системе. Оператор a трехфазной системы. Разложение трехфазной несимметричной системы на системы прямой, обратной и нулевой последовательностей фаз. Сопротивление фазы различных приемников токам прямой, обратной и нулевой последовательности. Расчет трехфазных цепей методом симметричных составляющих. Фильтры симметричных составляющих.	4	2	2	4
	ВСЕГО	34	17	17	60

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр № 4				
1	Линейные электрические цепи постоянного тока	Расчет электрических цепей постоянного тока: метод эквивалентных преобразований, метод контурных токов.	3	5
2	Линейные электрические цепи постоянного тока	Расчет электрических цепей постоянного тока: метод узловых потенциалов, метод двух узлов, метод эквивалентного генератора.	2	4
3	Линейные электрические цепи однофазного синусоидального тока	Расчет электрических цепей переменного тока содержащих R, L, C элементы с применением векторных диаграмм.	4	8
4	Линейные электрические цепи однофазного синусоидального тока	Расчет цепей синусоидального тока символическим методом. Мощность и энергия в линейной электрической цепи.	2	4
5	Линейные электрические цепи однофазного синусоидального тока	Расчет электрических цепей с взаимной индуктивностью.	2	4
6	Трехфазные цепи	Расчет трехфазных цепей при симметричной и несимметричной нагрузке.	4	5
ИТОГО:			17	30
ВСЕГО:				47

4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр № 4				
1	Линейные электрические цепи постоянного тока	Исследование электрических цепей постоянного тока.	3	6
2	Линейные электрические цепи постоянного тока	Исследование линии электропередачи постоянного тока.	2	4
3	Линейные электрические цепи однофазного синусоидального тока	Исследование электрических цепей переменного тока при последовательном, параллельном и смешанном соединении участков.	2	4
4	Линейные электрические цепи однофазного синусоидального тока	Исследование резонансных явлений в цепях переменного тока	2	4
5	Линейные	Исследование цепей переменного тока с	2	4

	электрические цепи однофазного синусоидального тока	взаимной индукцией.		
6	Трехфазные цепи	Исследование трехфазных цепей при соединении потребителей «звездой».	3	4
7	Трехфазные цепи	Исследование трехфазных цепей при соединении потребителей «треугольником».	3	4
ИТОГО:			17	30
			ВСЕГО:	47

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

1 Компетенция ПК-1 Способность проводить обследования технического состояния средств технического и энергетического обеспечения строительства

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-1.1 Выбирает нормативно-технические, нормативно-методические документы, регламентирующие организацию и проведение обследования технического состояния средств технического и энергетического обеспечения строительства	Собеседование, устный опрос
ПК-1.5 Выполняет визуальное обследование технического состояния средств технического и энергетического обеспечения строительства в соответствии с техническим заданием	Собеседование, устный опрос

2 Компетенция ПК-3 Способность выполнять обоснование проектных решений по техническому и энергетическому обеспечению строительства

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-3.2 Выбирает и сравнивает проектные решения энергоснабжения строительных объектов, обеспечивающих выполнение требований технического задания на основе типовых решений отдельных элементов и узлов	Собеседование, устный опрос

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для экзамена / дифференцированного зачета / зачета

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Линейные электрические цепи постоянного тока	<ol style="list-style-type: none">1. Основные понятия и определения теории электрических цепей. Элементы электрических цепей. Схемы электрических цепей. Эквивалентные схемы источников электрической энергии.2. Законы Ома, Кирхгофа, Джоуля-Ленца, баланс мощностей и их применение для расчета и анализа электрических цепей.3. Метод эквивалентных преобразований. Преобразование пассивных трехполюсников.4. Метод контурных токов.5. Метод узловых потенциалов.6. Метод двух узлов.

		<p>7. Принцип и метод наложения.</p> <p>8. Входные и взаимные проводимости. Входное сопротивление. Теорема взаимности.</p> <p>9. Теорема компенсации. Свойство линейности соотношений.</p> <p>10. Метод эквивалентного генератора.</p> <p>11. Линия электропередачи постоянного тока.</p> <p>12. Потенциальная диаграмма.</p>
2	<p>Линейные электрические цепи однофазного синусоидального тока</p>	<p>13. Синусоидальный ток. Величины характеризующие, синусоидальный ток. Источники синусоидальных ЭДС и токов.</p> <p>14. Действующие и средние значения синусоидальных величин (тока, ЭДС, напряжения). Коэффициент амплитуды, коэффициент формы.</p> <p>15. Представление синусоидальных функций в виде временных диаграмм, тригонометрических функций, вращающихся векторов на комплексной плоскости, комплексных чисел. Понятие векторной диаграммы.</p> <p>16. Активное сопротивление в цепи переменного синусоидального тока. Закон Ома для действующих, амплитудных значений напряжений и токов.</p> <p>17. Индуктивность в цепи переменного синусоидального тока. Закон Ома для действующих, амплитудных значений напряжений и токов.</p> <p>18. Емкость в цепи переменного синусоидального тока. Закон Ома для действующих, амплитудных значений напряжений и токов.</p> <p>19. Последовательное соединение R, L, C элементов в цепях синусоидального тока. Треугольник напряжений.</p> <p>20. Треугольник сопротивлений и соотношения вытекающие из него.</p> <p>21. Параллельное соединения R, L, C элементов в цепях синусоидального тока. Треугольник токов.</p> <p>22. Треугольник проводимостей и соотношения вытекающие из него.</p> <p>23. Мощность цепи синусоидального тока. Активная, реактивная и полная мощности. Треугольник мощностей.</p> <p>24. Расчет R, L, C цепи при смешанном соединении участков.</p> <p>25. Символический метод расчета цепей переменного синусоидального тока. Комплексное сопротивление и комплексная проводимость. Законы Кирхгофа и Ома в комплексной форме. Выражение мощности в комплексной форме записи.</p> <p>26. Измерение мощности ваттметром. Коэффициент мощности и способы его повышения.</p> <p>27. Баланс мощности в цепях синусоидального тока.</p> <p>28. Векторные и топографические диаграммы.</p> <p>29. Резонанс напряжений.</p> <p>30. Резонанс токов.</p> <p>31. Резонансные явления в сложных цепях. Практическое значение резонанса. Частотные характеристики двухполюсников.</p> <p>32. Индуктивно- связанные цепи, ЭДС взаимной</p>

		<p>индукции. Расчет Индуктивно-связанных цепей.</p> <p>33. Замена индуктивно-связанных цепей эквивалентными (развязывание магнитосвязанных цепей).</p> <p>34. Экспериментальное определение взаимной индуктивности.</p>
3	Трехфазные цепи	<p>35. Понятие о трехфазных источниках питания. Понятие трехфазной цепи. Временная и векторная диаграммы трехфазной системы ЭДС. Преимущества трехфазных систем.</p> <p>36. Получение трехфазной системы ЭДС.</p> <p>37. Основные схемы соединения трехфазных цепей. Определения линейных и фазных величин. Понятие нейтрали. Нейтральный провод. Линейные провода. Соотношения между линейными и фазными напряжениями и токами.</p> <p>38. Расчет симметричных и несимметричных трехфазных цепей, включенных по схеме соединения звезда-звезда с нейтральным проводом.</p> <p>39. Расчет симметричных и несимметричных трехфазных цепей, включенных по схеме соединения звезда-звезда без нейтрального провода.</p> <p>40. Расчет 3-х фазной цепи при соединении нагрузки треугольником.</p> <p>41. Аварийные режимы: обрыв фаз и проводов, короткое замыкание фаз.</p> <p>42. Назначение нейтрального провода.</p> <p>43. Мгновенная, активная, реактивная и полная мощности трехфазной системы. Измерение активной мощности в трехфазной системе.</p> <p>44. Оператор a трехфазной системы. Разложение трехфазной несимметричной системы на системы прямой, обратной и нулевой последовательностей фаз.</p> <p>45. Спротивление фазы различных приемников токам прямой, обратной и нулевой последовательности.</p> <p>46. Расчет трехфазных цепей методом симметричных составляющих.</p> <p>47. Фильтры симметричных составляющих.</p>

5.2.2. Перечень контрольных материалов для защиты курсового проекта/ курсовой работы

Не предусмотрено учебным планом

5.2.3. Перечень контрольных материалов для защиты лабораторных работ

№	Тема лабораторной работы	Контрольные вопросы
1	Лабораторная работа №1. Исследование электрических цепей постоянного тока.	<p>1. Объясните внешние характеристики источников, снятые экспериментально. От чего зависит их наклон, а так же значение напряжения при токе равном нулю.</p> <p>2. Изобразите и обоснуйте семейство внешних характеристик нескольких источников напряжения с</p>

№	Тема лабораторной работы	Контрольные вопросы
		<p>одинаковыми ЭДС и различными внутренними сопротивлениями.</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. Изобразите и обоснуйте семейство внешних характеристик нескольких источников напряжения с различными ЭДС и одинаковыми внутренними сопротивлениями. 4. Преобразуйте схему замещения источника напряжения, используемую в лабораторной работе, в схему замещения типа «источник тока». 5. При измерении сопротивления методом амперметра и вольтметра в каких случаях и в какой схеме погрешность измерения сопротивления будет меньше. 6. Объясните правила построения потенциальной диаграммы. 7. Объясните методику составления уравнений по первому закону Кирхгофа для цепи, приведенной на рисунке. Проверьте их справедливость для измеренных значений тока. 8. Сформулируйте второй закон Кирхгофа. Проверьте его справедливость для контуров цепи лабораторной работы. 9. Объясните суть метода эквивалентного генератора. 10. Метод эквивалентного генератора в литературе называют методом холостого хода и короткого замыкания. Чем это объясняется.
2	Лабораторная работа №2. Исследование линии электропередачи постоянного тока.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Пользуясь данными, полученными в лабораторной работе, объясните работу ЛЭП при постоянном напряжении в начале линии, постоянном сопротивлении линии и переменном сопротивлении нагрузки. 2. Объясните влияние сопротивления линии на энергетические показатели работы ЛЭП. 3. Пользуясь данными, полученными в лабораторной работе, объясните почему передача электроэнергии на большие расстояния осуществляется при очень высоких напряжениях, исчисляемых сотнями тысяч вольт. 4. Во сколько раз пришлось бы увеличить сечение проводов ЛЭП, если бы мощность, передаваемую при напряжении 220кВ, решили передавать при напряжении 220В.
3	Лабораторная работа №3. Исследование электрических цепей переменного тока при последовательном, параллельном и смешанном соединении участков.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Как записываются и изображаются на графиках синусоидальный ток, напряжение, ЭДС? Какими величинами они характеризуются. 2. Дайте определение действующего значения тока (напряжения, ЭДС). 3. Как связаны мгновенные и действующие значения тока с мгновенными и действующими значениями напряжения. 4. Треугольник сопротивлений и проводимостей, соотношения вытекающие из них. 5. Что такое активная мощность и как она вычисляется? 6. Методика расчета цепей при параллельном соединении на основе векторных диаграмм. 7. Методика расчета цепей при последовательном соединении на основе векторных диаграмм. 8. Представление синусоидальных величин в комплексной форме.

№	Тема лабораторной работы	Контрольные вопросы
		9. Закон Ома в символической форме. 10. Вычисление комплексов сопротивления и проводимости по комплексам тока и напряжения. 11. Законы Кирхгофа в комплексной форме. Привести примеры. 12. Выразить в комплексной форме соотношения между токами резистора, катушки и конденсатора в каждой из исследуемой цепи. 13. Баланс мощностей в символической форме. Проверить выполнение баланса мощностей для схем исследуемых в лабораторной работе.
4	Лабораторная работа №4. Исследование резонансных явлений в цепях переменного тока	1. В каких цепях и при каком условии возникает резонанс напряжений? 2. В чем состоит явление резонанса напряжений? 3. По каким признакам с помощью электроизмерительных приборов можно определить наступление резонанса при регулировании частоты, индуктивности, емкости? 4. Что такое перенапряжение, при каком условии оно наблюдается и как выражается его количественная характеристика? Используйте понятие добротности. 5. На каких величинах отражается увеличение и уменьшение активного сопротивления цепи, настроенной в резонанс напряжений. 6. Является ли признаком резонанса напряжений равенство напряжений на зажимах катушки и конденсатора? 7. Чем отличаются зависимости $I(\omega)$ цепи с заданными значениями индуктивности и емкости при двух значениях активного сопротивления? 8. В каких цепях и при каком условии возникает резонанс напряжений? Регулированием каких величин можно достичь выполнения этих условий? 9. В чем проявляется резонанс токов? Ответ иллюстрировать графиками и векторными диаграммами, построенными по результатам измерений и вычислений. 10. Какие из проявлений резонанса токов могут быть использованы в цепи на рис. X для определения момента наступления резонанса при регулировании индуктивности или емкости?
5	Лабораторная работа №5. Исследование цепей переменного тока с взаимной индукцией.	1. Что понимают под взаимной индукцией. Дайте определение M . 2. Как определяется M расчетным и опытным путем. 3. Почему изменяется взаимная индуктивность обмоток при изменении воздушного зазора в сердечнике? 4. Почему при одном и том же напряжении ток больше при встречном соединении двух обмоток, чем при согласном? 5. Дайте понятие одноименных выводов двух индуктивно связанных катушек. Как опытным путем определить одноименные выводы? 6. Как осуществляют «развязывание» магнитно-связанных цепей. 7. Как следует соединить две обмотки, чтобы получить две обмотки, чтобы получить наименьшее значение полного сопротивления? Как получить наибольшее полное

№	Тема лабораторной работы	Контрольные вопросы
		сопротивление? 8. Объясните сущность согласного и встречного включения индуктивно связанных катушек.
6	Лабораторная работа №6. Исследование трехфазных цепей при соединении потребителей «звездой».	1. Определение трехфазных цепей. 2. Симметричные и несимметричные трехфазные цепи. 3. Симметричные и несимметричные трехфазные системы токов, напряжений, ЭДС. 4. Запись трехфазных систем токов, напряжений, ЭДС в виде мгновенных значений и комплексов. 5. Изображение трехфазных систем с помощью графиков и векторных диаграмм. 6. Соотношения между фазными и линейными напряжениями в симметричных и несимметричных случаях (записать в комплексной форме и показать на векторной диаграмме). 7. При каких условиях появляется ток в нулевом проводе? 8. Как отражается наличие или отсутствие нейтрального провода на распределение фазных напряжений при симметричной и несимметричной нагрузке? 9. В каких случаях и каким образом влияет величина сопротивления нейтрального провода на фазные напряжения?
7	Лабораторная работа №7. Исследование трехфазных цепей при соединении потребителей «треугольником».	1. Сформулируйте определение трехфазной цепи. Что понимают под симметричными и несимметричными трехфазными цепями, симметричными и несимметричными трехфазными системами ЭДС, токов, напряжений? 2. Какими способами можно изобразить и записать трехфазные системы ЭДС, токов, напряжений. 3. Что значит соединить фазы приемника электроэнергии или фазы генератора в треугольник? 4. Запишите в комплексной форме соотношения между фазными и линейными токами, а также между фазными и линейными напряжениями при соединении фаз в треугольник.

5.3. Перечень индивидуальных домашних заданий, расчетно-графических заданий.

Учебным планом предусмотрено выполнение индивидуальных домашних заданий объемом самостоятельной работы студента (СРС) 76 часов.

Индивидуальные домашние задания выполняются с целью проверки умений студента применять полученные знания для расчета и анализа типовых электрических в установившихся и переходных режимах, используя различные методы.

Семестр №4

ИДЗ №1

ТЕМА: «Линейные электрические цепи постоянного тока».

Задана электрическая цепь, параметры которой приведены в таблице и выбираются в соответствии с индивидуальным вариантом.

Необходимо:

- а) начертить схему своего варианта и показать на ней все токи;
- б) используя законы Кирхгофа, составить систему уравнений необходимых для определения токов во всех ветвях электрической цепи и решить ее;
- в) определить все токи, используя метод контурных токов;
- г) определить все токи, используя метод узловых потенциалов;
- д) результаты расчетов токов свести в таблицу и сравнить между собой;
- е) составить баланс мощностей;
- ж) построить в масштабе потенциальную диаграмму для внешнего контура;
- з) определить ток в заданной в соответствии с вариантом ветви методом эквивалентного генератора.

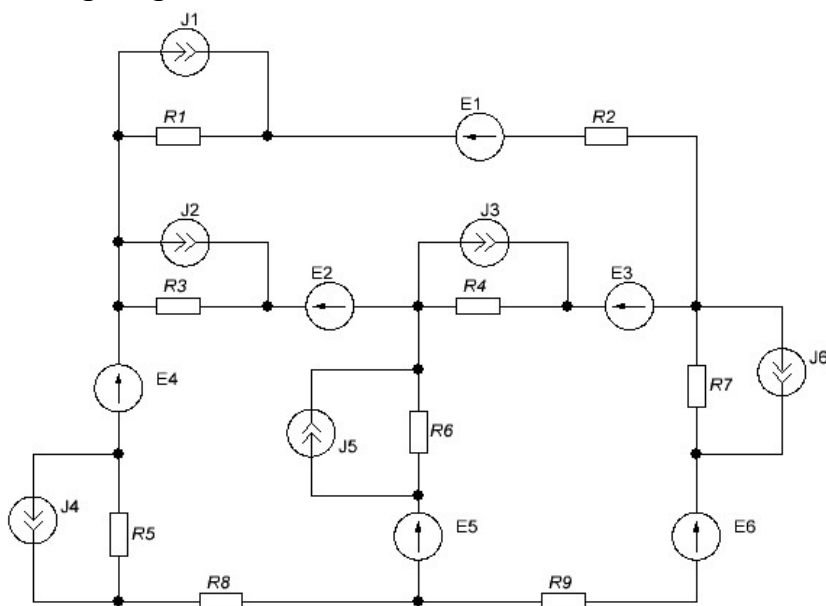


Таблица 1

	Номер букв Ф.И.О.										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Буквы Ф.И.О.	Е, В	Ист. тока в схеме J, А	R1, Ом	R2, Ом	R3, Ом	R4, Ом	R5, Ом	R6, Ом	R7, Ом	R8, Ом	R9, Ом
АБВ	E1=10; E3=15; E5=25;	J1=1	1	10	5	5	2,5	12	4,5	5	8
ГДЕЁ	E2=20; E4=30; E6=35;	J2=1,5	1,5	11	5,5	10	3	18	5	10	10
ЖЗИЙ	E1=10; E5=25; E6=35;	J3=2	2	12	1	15	3,5	28	1,5	15	12
КЛИМ	E2=20; E3=15; E4=30;	J4=2,5	2,5	13	1,5	20	4	15	2	20	18
НОП	E2=15; E3=25; E5=20;	J5=3	3	14	2	25	4,5	20	2,5	25	24
РСТ	E1=10; E4=5; E5=25;	J6=3,5	3,5	15	2,5	15	5	25	2	10	15
УФХ	E2=30; E3=15; E6=10;	J1=2	4	16	3	10	5,5	5	2,5	11	20
ЦЧШ	E1=15; E2=35; E3=10;	J2=2,5	4,5	17	3,5	5	1	10	3	12	25
ЩЪЫ	E4=10; E5=20; E6=5;	J3=3	5	18	4	20	1,5	15	3,5	13	15
ЪЭЮЯ	E2=35; E5=15; E6=25;	J4=1	5,5	19	4,5	10	2	22	1	14	10

Прим.: Выбор параметров элементов цепи и номер рисунка производится по буквам Ф.И.О. студента в именительном падеже. Каждому параметру элементов цепи соответствует порядковый номер буквы в Ф.И.О. студента. Например, для студента Иванова Ивана Ивановича данные для задания, взятые из таблицы (выделены жирным шрифтом), следующие: $E_1=10\text{В}$, $E_2=25\text{В}$, $E_3=35\text{В}$, $J_1=1\text{А}$, $R_1=1\text{Ом}$, $R_2=14\text{Ом}$, $R_3=2\text{Ом}$, $R_4=5\text{Ом}$, $R_5=3,5\text{Ом}$, $R_6=12\text{Ом}$, $R_7=4,5\text{Ом}$, $R_8=25\text{Ом}$, $R_9=12\text{Ом}$.

ИДЗ №2

ТЕМА: «Линейные электрические цепи однофазного синусоидального тока».

Для электрической цепи переменного тока (рис. 2) выполнить:

- а) определить токи во всех ветвях;
- б) построить векторную диаграмму токов и топографическую диаграмму напряжений;
- в) составить баланс активных и реактивных мощностей;
- г) определить показания вольтметра.

Параметры элементов цепи приведены в таблице 2.

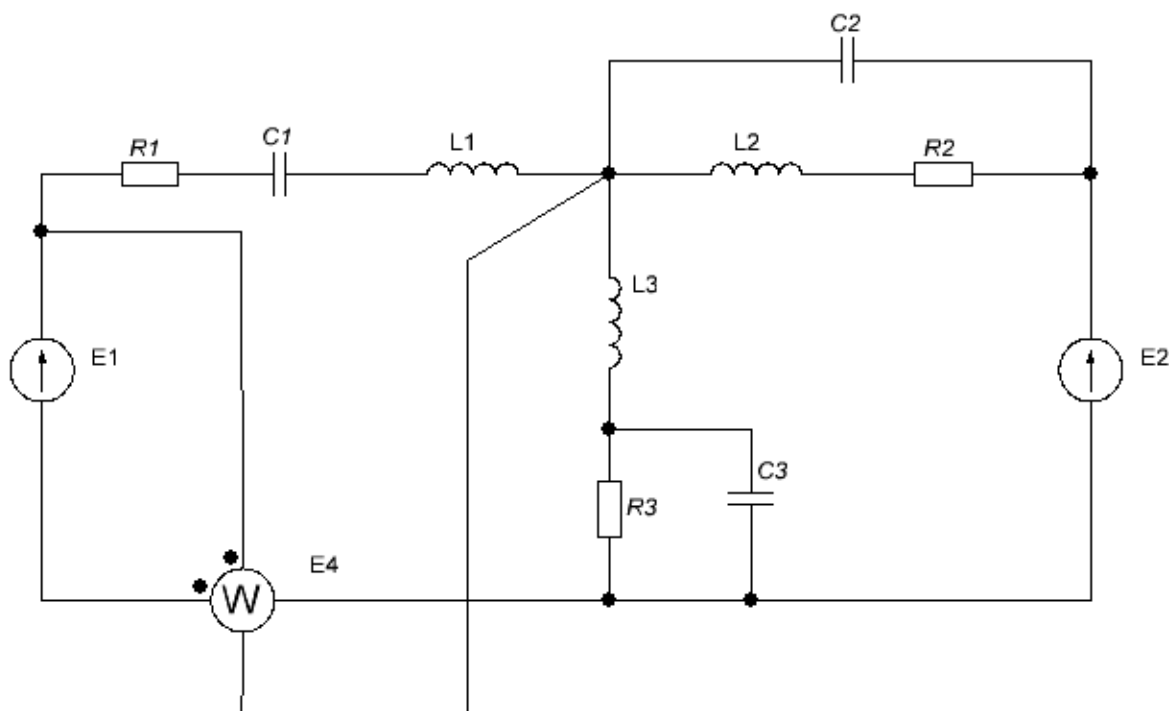


Таблица 2

	Номер букв Ф.И.О.											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Буквы Ф.И.О.	E1, В	E2, В	α , град	L1, мГн	L2, мГн	L3, мГн	R1, Ом	R2, Ом	R3, Ом	C1, мкФ	C2, мкФ	C3, мкФ
АБВ	60	140	30	20	10	30	4	10	6	100	40	150
ГДЕЁ	70	150	40	30	15	35	5	9	8	200	50	200
ЖЗИЙ	80	160	45	40	20	40	6	8	7	300	60	250
КЛМ	90	170	50	50	25	45	7	7	9	150	70	300
НОП	100	180	60	60	30	40	8	6	5	250	80	120
РСТ	110	190	65	10	35	50	9	5	4	100	90	150
УФХ	120	200	70	25	40	60	4	4	6	300	100	130
ЦЧШ	130	90	75	35	45	10	5	10	3	350	85	220
ЩЬЫ	140	100	80	45	50	15	8	9	10	150	65	275
ЪЮЯ	150	120	85	55	55	20	10	8	7	120	75	230

ИДЗ №3
ТЕМА: «Трёхфазные цепи».

К симметричному трехфазному источнику подключена трехфазная несимметричная нагрузка соединенная треугольником (рис. 3). Сопротивления проводников линии $Z_{л}$.

Необходимо:

- а) определить линейные и фазные токи;
- б) построить топографическую диаграмму напряжений и векторную диаграмму токов;
- в) определить показания ваттметров;
- г) убедиться в балансе активных мощностей;
- д) разложить несимметричные системы линейных и фазных токов на симметричные составляющие.

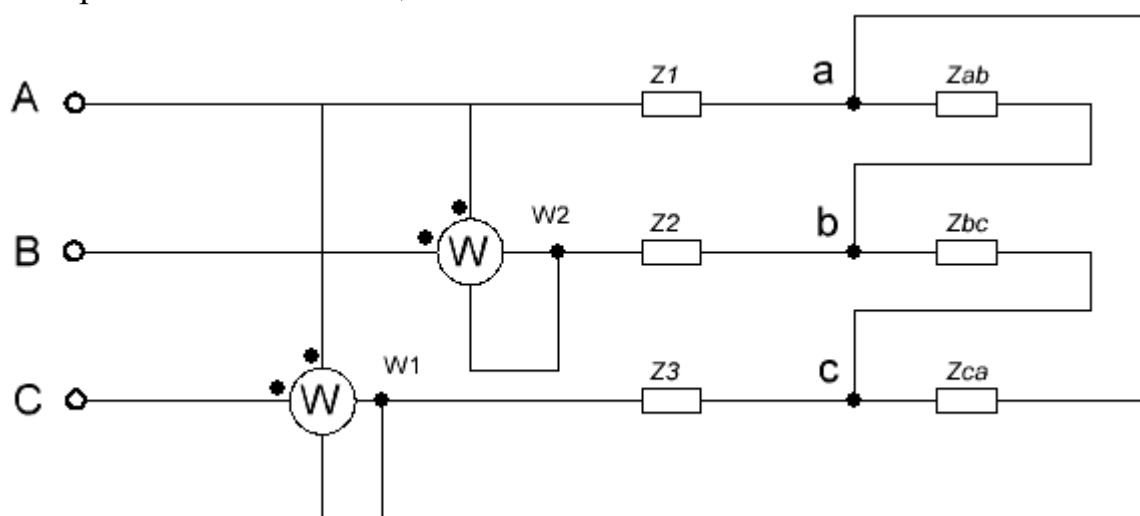


Таблица 3

	Номер букв Ф.И.О.				
	1	2	3	4	5
Буквы Ф.И.О.	Uл, В	Zл, Ом	Zab, Ом	Zbc, Ом	Zca, Ом
АБВ	380	2+j2	10	J10	J10
ГДЕЁ	380	2+j	15	-J20	-J20
ЖЗИЙ	660	4+j3	20	J25	J25
КЛМ	660	2+j4	25	-J30	-J30
НОП	3000	2+j3	30	J35	J35
РСТ	3000	2+j2	40	-J40	-J40
УФХ	6000	3+j5	35	J20	J20
ЦЧШ	6000	2+j4	45	-J10	-J10
ЩЪЫ	10000	4+j3	20	J25	J25
БЭЮЯ	10000	2+j2	30	-J30	-J30

5.4. Перечень контрольных работ

Проведение контрольных работ учебным планом не предусмотрено.

5.5. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация осуществляется в конце семестра после завершения изучения дисциплины в форме экзамена.

Экзамен включает две части: теоретическую (2 вопроса) и практическую (1 задача). Для подготовки к ответу на вопросы и задания билета, который студент вытаскивает случайным образом, отводится время в пределах 90 минут. После получения ответа студента на вопросы билета и проверки решения задачи преподаватель при необходимости задает дополнительные вопросы.

Распределение вопросов и заданий по билетам находится в закрытом для студентов доступе. Ежегодно по дисциплине на заседании кафедры утверждается комплект билетов для проведения экзамена по дисциплине. Экзамен является наиболее значимым оценочным средством и решающим в итоговой отметке учебных достижений студента.

Типовой вариант экзаменационного билета

БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. В.Г. ШУХОВА

Кафедра теплогазоснабжения и вентиляции

Дисциплина: «Теоретические основы электротехники»

Экзаменационный билет № ____

1. Основные понятия и определения теории электрических цепей. Элементы электрических цепей. Эквивалентные схемы источников электрической энергии.
2. Резонансные явления в сложных цепях. Практическое значение резонанса. Частотные характеристики двухполюсников.
3. Задача. К трехфазному симметричному источнику подключена нагрузка по схеме соединения звезда-звезда с нейтральным проводом. Действующее значение линейного напряжения источника равно 380В. Определить действующее значение тока в нейтральном проводе, если сопротивления нагрузки равны: $Z_a=10 \text{ Ом}$, $Z_b=6+8j \text{ Ом}$, $Z_c=8-6j \text{ Ом}$.

Одобрено на заседании кафедры « ____ » _____ Протокол № ____
Заведующий кафедрой _____ В.А. Уваров

Перечень вопросов для подготовки к экзамену

1. Основные понятия и определения теории электрических цепей. Элементы электрических цепей. Схемы электрических цепей. Эквивалентные схемы источников электрической энергии.

2. Законы Ома, Кирхгофа, Джоуля-Ленца, баланс мощностей и их применение для расчета и анализа электрических цепей.

3. Метод эквивалентных преобразований. Преобразование пассивных трехполюсников.

4. Метод контурных токов.

5. Метод узловых потенциалов.

6. Метод двух узлов.

7. Принцип и метод наложения.

8. Входные и взаимные проводимости. Входное сопротивление. Теорема взаимности.

9. Теорема компенсации. Свойство линейности соотношений.

10. Метод эквивалентного генератора.

11. Линия электропередачи постоянного тока.

12. Потенциальная диаграмма.

13. Синусоидальный ток. Величины характеризующие, синусоидальный ток. Источники синусоидальных э.д.с. и токов.

14. Действующие и средние значения синусоидальных величин (тока, ЭДС, напряжения). Коэффициент амплитуды, коэффициент формы.

15. Представление синусоидальных функций в виде временных диаграмм, тригонометрических функций, вращающихся векторов на комплексной плоскости, комплексных чисел. Понятие векторной диаграммы.

16. Активное сопротивление в цепи переменного синусоидального тока. Закон Ома для действующих, амплитудных значений напряжений и токов.

17. Индуктивность в цепи переменного синусоидального тока. Закон Ома для действующих, амплитудных значений напряжений и токов.

18. Емкость в цепи переменного синусоидального тока. Закон Ома для действующих, амплитудных значений напряжений и токов.

19. Последовательное соединение R , L , C элементов в цепях синусоидального тока. Треугольник напряжений.

20. Треугольник сопротивлений и соотношения вытекающие из него.

21. Параллельное соединения R , L , C элементов в цепях синусоидального тока. Треугольник токов.

22. Треугольник проводимостей и соотношения вытекающие из него.

23. Мощность цепи синусоидального тока. Активная, реактивная и полная мощности. Треугольник мощностей.

24. Расчет R , L , C цепи при смешанном соединении участков.

25. Символический метод расчета цепей переменного синусоидального тока. Комплексное сопротивление и комплексная проводимость. Законы Кирхгофа и Ома в комплексной форме. Выражение мощности в комплексной форме записи.

26. Измерение мощности ваттметром. Коэффициент мощности и способы его повышения.

27. Баланс мощности в цепях синусоидального тока.

28. Векторные и топографические диаграммы.

29. Резонанс напряжений.

30. Резонанс токов.

31. Резонансные явления в сложных цепях. Практическое значение резонанса. Частотные характеристики двухполюсников.

32. Индуктивно- связанные цепи, ЭДС взаимной индукции. Расчет Индуктивно- связанных цепей.

33. Замена индуктивно-связанных цепей эквивалентными (развязывание магнитосвязанных цепей).

34. Экспериментальное определение взаимной индуктивности.

35. Понятие о трехфазных источниках питания. Понятие трехфазной цепи. Временная и векторная диаграммы трехфазной системы ЭДС. Преимущества трехфазных систем.

36. Получение трехфазной системы ЭДС.

37. Основные схемы соединения трехфазных цепей. Определения линейных и фазных величин. Понятие нейтрали. Нейтральный провод. Линейные провода. Соотношения между линейными и фазными напряжениями и токами.

38. Расчет симметричных и несимметричных трехфазных цепей, включенных по схеме соединения звезда-звезда с нейтральным проводом.

39. Расчет симметричных и несимметричных трехфазных цепей, включенных по схеме соединения звезда-звезда без нейтрального провода.

40. Расчет 3-х фазной цепи при соединении нагрузки треугольником.

41. Аварийные режимы: обрыв фаз и проводов, короткое замыкание фаз.

42. Назначение нейтрального провода.

43. Мгновенная, активная, реактивная и полная мощности трехфазной системы. Измерение активной мощности в трехфазной системе.

44. Оператор a трехфазной системы. Разложение трехфазной несимметричной системы на системы прямой, обратной и нулевой последовательностей фаз.

45. Сопротивление фазы различных приемников токам прямой, обратной и нулевой последовательности.

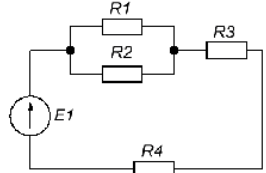
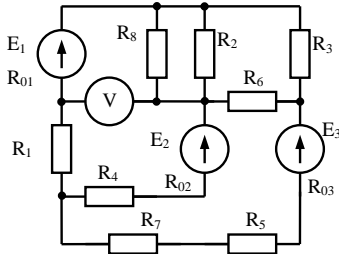
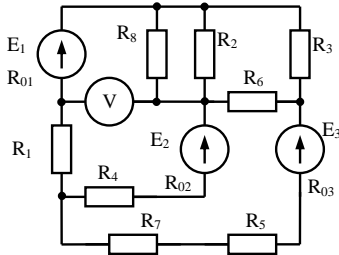
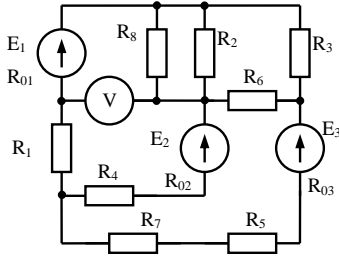
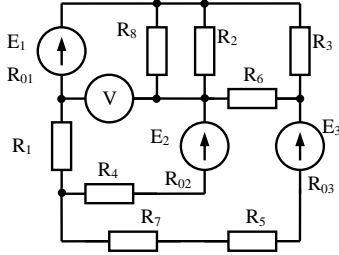
46. Расчет трехфазных цепей методом симметричных составляющих.

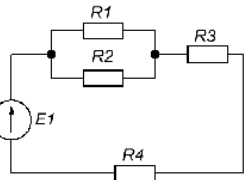
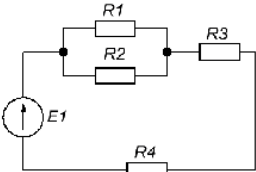
47. Фильтры симметричных составляющих.

Типовые задачи к экзамену

1.	К трехфазному симметричному источнику подключена нагрузка по схеме соединения звезда-звезда с нейтральным проводом. Действующее значение линейного напряжения источника равно 380В. Определить действующее значение тока в нейтральном проводе, если сопротивления нагрузки равны: $Z_a=10 \text{ Ом}$, $Z_b=6+8j \text{ Ом}$, $Z_c=8-6j \text{ Ом}$.
2.	К трехфазному симметричному источнику подключена нагрузка по схеме соединения звезда-звезда без нейтрального провода. Действующее значение линейного напряжения источника равно 380В. Определить действующие значения линейных токов, если сопротивления нагрузки равны: $Z_a=10 \text{ Ом}$, $Z_b=6+8j \text{ Ом}$, $Z_c=8-6j \text{ Ом}$.
3.	К трехфазному несимметричному источнику по схеме соединения звезда-треугольник подключена симметричная нагрузка, сопротивление которой равно $6+j8 \text{ Ом}$. Определить действующие значения линейных токов, если амплитуда нулевой последовательности фазных напряжений равна нулю, амплитуда прямой последовательности фазных напряжений источника равна 310 В, а амплитуда обратной последовательности фазных напряжений источника равна 120В.
4.	К трехфазному симметричному источнику подключена нагрузка по схеме соединения звезда-звезда с нейтральным проводом. Действующее значение линейного напряжения источника равно 380В. Определить симметричные составляющие фазных токов, если сопротивления нагрузки равны: $Z_a=10 \text{ Ом}$, $Z_b=8+6j \text{ Ом}$, $Z_c=6-8j \text{ Ом}$.
5.	К трехфазному симметричному источнику подключена нагрузка по схеме соединения

	звезда-звезда без нейтрального провода. Действующее значение линейного напряжения источника равно 380В. Определить мощность потребляемую нагрузкой, если сопротивления нагрузки равны: $Z_a=10 \text{ Ом}$, $Z_b=6+8j \text{ Ом}$, $Z_c=8-6j \text{ Ом}$.
6.	К трехфазному несимметричному источнику по схеме соединения звезда-звезда без нейтрального провода подключена симметричная нагрузка, сопротивление которой равно $8-j6 \text{ Ом}$. Определить действующие значения линейных токов, если амплитуда нулевой последовательности фазных напряжений равна нулю, амплитуда прямой последовательности фазных напряжений источника равна 310 В, а амплитуда обратной последовательности фазных напряжений источника равна 120В.
7.	К источнику несинусоидальной ЭДС подключена электрическая цепь, состоящая из последовательного соединения активного сопротивления и индуктивности. Определить действующее и среднее значение тока, протекающего в цепи, если $e(t)=20+36\sin(2\pi\cdot 50\cdot t+\pi/3)+10\sin(2\pi\cdot 50\cdot t+\pi/6)$, В, $R=10 \text{ Ом}$, $L=0,1 \text{ Гн}$.
8.	К источнику несинусоидальной ЭДС подключена электрическая цепь, состоящая из последовательного соединения активного сопротивления и индуктивности. Определить активную мощность, если $R=10 \text{ Ом}$, $L=0,1 \text{ Гн}$, $e(t)=20+36\sin(2\pi\cdot 50\cdot t+\pi/3)+10\sin(2\pi\cdot 50\cdot t+\pi/6)$ В.
9.	К цепи, состоящей из последовательного соединения R,L,C элементов подключен синусоидальный источник ЭДС с амплитудным значением 100В. Определить: действующий ток, активное, реактивное и полное сопротивление цепи, коэффициент мощности цепи, активную мощность, если $R=16 \text{ Ом}$, $X_L=24 \text{ Ом}$, $X_C=12 \text{ Ом}$.
10.	К источнику синусоидальной ЭДС подключена цепь, состоящая из последовательного согласного соединения двух катушек индуктивности с параметрами $R_1=10$, $L_1=1 \text{ Гн}$, $R_2=20$, $L_2=2 \text{ Гн}$, коэффициент взаимной индукции $k=0,8$. Определить ток в цепи, если $e(t)=50\sin(2\pi\cdot 50\cdot t)$, В.
11.	К цепи, состоящей из последовательного соединения R, L, C элементов подключен синусоидальный источник ЭДС с амплитудным значением 200В. Определить: действующий ток, составляющие мощности, активную, реактивную и полную проводимости цепи, коэффициент мощности цепи, если $R=12 \text{ Ом}$, $X_L=24 \text{ Ом}$, $X_C=8 \text{ Ом}$.
12.	<p>Для электрической цепи, приведенной на рисунке, рассчитать токи методом контурных токов.</p> <p>$R_1=10 \text{ Ом}$, $R_2=20 \text{ Ом}$, $R_3=15 \text{ Ом}$, $R_4=8 \text{ Ом}$, $R_5=10 \text{ Ом}$, $R_6=12 \text{ Ом}$, $R_7=5 \text{ Ом}$, $R_8=20 \text{ Ом}$, $R_{01}=2 \text{ Ом}$, $R_{02}=1 \text{ Ом}$, $R_{03}=3 \text{ Ом}$, $E_1=15 \text{ В}$, $E_2=20 \text{ В}$, $E_3=10 \text{ В}$.</p>
13.	<p>Для электрической цепи, приведенной на рисунке, рассчитать токи методом узловых потенциалов.</p> <p>$R_1=10 \text{ Ом}$, $R_2=20 \text{ Ом}$, $R_3=15 \text{ Ом}$, $R_4=8 \text{ Ом}$, $R_5=10 \text{ Ом}$, $R_6=12 \text{ Ом}$, $R_7=5 \text{ Ом}$, $R_8=20 \text{ Ом}$, $R_{01}=2 \text{ Ом}$, $R_{02}=1 \text{ Ом}$, $R_{03}=3 \text{ Ом}$, $E_1=15 \text{ В}$, $E_2=20 \text{ В}$, $E_3=10 \text{ В}$.</p>

14.	<p>Метод эквивалентных преобразований определить ток через сопротивление R_1. $R_1=10\text{ Ом}$, $R_2=15\text{ Ом}$, $R_3=5\text{ Ом}$, $R_4=15\text{ Ом}$, $E_1=20\text{ В}$.</p>	
15.	<p>Для электрической цепи, приведенной на рисунке, рассчитать ток через сопротивление R_7 методом эквивалентного генератора.</p>	 <p>$R_1=10\text{ Ом}$, $R_2=20\text{ Ом}$, $R_3=15\text{ Ом}$, $R_4=8\text{ Ом}$, $R_5=10\text{ Ом}$, $R_6=12\text{ Ом}$, $R_7=5\text{ Ом}$, $R_8=20\text{ Ом}$, $R_{01}=2\text{ Ом}$, $R_{02}=1\text{ Ом}$, $R_{03}=3\text{ Ом}$, $E_1=15\text{ В}$, $E_2=20\text{ В}$, $E_3=10\text{ В}$.</p>
16.	<p>Для электрической цепи, приведенной на рисунке, рассчитать ток через сопротивление R_6 методом эквивалентного генератора.</p>	 <p>$R_1=10\text{ Ом}$, $R_2=20\text{ Ом}$, $R_3=15\text{ Ом}$, $R_4=8\text{ Ом}$, $R_5=10\text{ Ом}$, $R_6=12\text{ Ом}$, $R_7=5\text{ Ом}$, $R_8=20\text{ Ом}$, $R_{01}=2\text{ Ом}$, $R_{02}=1\text{ Ом}$, $R_{03}=3\text{ Ом}$, $E_1=15\text{ В}$, $E_2=20\text{ В}$, $E_3=10\text{ В}$.</p>
17.	<p>Для электрической цепи, приведенной на рисунке, рассчитать ток через сопротивление R_6 методом наложения.</p>	 <p>$R_1=10\text{ Ом}$, $R_2=20\text{ Ом}$, $R_3=15\text{ Ом}$, $R_4=8\text{ Ом}$, $R_5=10\text{ Ом}$, $R_6=12\text{ Ом}$, $R_7=5\text{ Ом}$, $R_8=20\text{ Ом}$, $R_{01}=2\text{ Ом}$, $R_{02}=1\text{ Ом}$, $R_{03}=3\text{ Ом}$, $E_1=15\text{ В}$, $E_2=20\text{ В}$, $E_3=10\text{ В}$.</p>
18.	<p>Для электрической цепи, приведенной на рисунке, рассчитать ток через сопротивление R_7 методом наложения.</p>	 <p>$R_1=10\text{ Ом}$, $R_2=20\text{ Ом}$, $R_3=15\text{ Ом}$, $R_4=8\text{ Ом}$, $R_5=10\text{ Ом}$, $R_6=12\text{ Ом}$, $R_7=5\text{ Ом}$, $R_8=20\text{ Ом}$, $R_{01}=2\text{ Ом}$, $R_{02}=1\text{ Ом}$, $R_{03}=3\text{ Ом}$, $E_1=15\text{ В}$, $E_2=20\text{ В}$, $E_3=10\text{ В}$.</p>
19.	<p>К трехфазному симметричному источнику подключена нагрузка по схеме соединения звезда-звезда с нейтральным проводом. Действующее значение линейного напряжения источника равно 380 В. Определить действующее значение тока в нейтральном проводе, если сопротивления нагрузки равны: $Z_a=10\text{ Ом}$, $Z_b=6+8j\text{ Ом}$, $Z_c=8-6j\text{ Ом}$, сопротивление нейтрального провода равно $0,3+j0,2\text{ Ом}$.</p>	
20.	<p>К трехфазному симметричному источнику подключена нагрузка по схеме соединения звезда-звезда с нейтральным проводом. Сопротивления нагрузки равны: $Z_a=10\text{ Ом}$, $Z_b=6+8j\text{ Ом}$, $Z_c=8-6j\text{ Ом}$. Действующее значение линейного напряжения источника равно 380 В. Определить, как изменятся фазные напряжения на нагрузке при обрыве</p>	

	нейтрального провода.
21.	К трехфазному симметричному источнику подключена нагрузка по схеме соединения звезда-звезда без нейтрального провода. Сопротивления нагрузки равны: $Z_a=10\text{ Ом}$, $Z_b=6+8j\text{ Ом}$, $Z_c=8-6j\text{ Ом}$. Действующее значение линейного напряжения источника равно 380В. Определить, как изменятся фазные напряжения в фазах В и С при обрыве линейного провода фазы А.
22.	К трехфазному симметричному источнику подключена нагрузка по схеме соединения звезда-треугольник. Сопротивления нагрузки равны: $Z_a=10\text{ Ом}$, $Z_b=6+8j\text{ Ом}$, $Z_c=8-6j\text{ Ом}$. Действующее значение линейного напряжения источника равно 380В. Определить, как изменятся фазные напряжения в фазах А и С при обрыве линейного провода фазы В.
23.	К трехфазному симметричному источнику подключена нагрузка по схеме соединения звезда-звезда без нейтрального провода. Сопротивления нагрузки равны: $Z_a=10\text{ Ом}$, $Z_b=6+8j\text{ Ом}$, $Z_c=8-6j\text{ Ом}$. Действующее значение линейного напряжения источника равно 380В. Определить, как изменится мощность в фазе А при обрыве линейного провода в фазе В.
24.	<p>Определить при каком сопротивлении R_2 ток через сопротивление R_4 будет равен 2А.</p> <p style="text-align: center;">$R_1= 10\text{ Ом}$, $R_3=5\text{ Ом}$, $R_4=15\text{ Ом}$, $E_1=60\text{ В}$.</p> 
25.	<p>Определить при каком сопротивлении R_3 напряжение на сопротивлении R_1 будет равно 24В.</p> <p style="text-align: center;">$R_1= 10\text{ Ом}$, $R_2=15\text{ Ом}$, $R_4= 15\text{ Ом}$, $E_1=100\text{ В}$.</p> 

5.6. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме экзамена, дифференцированного зачета, дифференцированного зачета при защите курсового проекта/работы используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично.

Критерии оценивания экзамена.

Оценка	Критерии оценивания
5	<i>Студент полностью и правильно ответил на теоретические вопросы билета. Студент владеет теоретическим материалом, отсутствуют ошибки при описании теории, формулирует собственные, самостоятельные, обоснованные, аргументированные суждения. Студент правильно выполнил практическое задание билета, правильно использовал методику решения задачи, самостоятельно сформулировал полные, обоснованные и аргументированные выводы. Ответил на все дополнительные вопросы.</i>
4	<i>Студент ответил на теоретический вопрос билета с небольшими неточностями. Студент владеет теоретическим материалом, отсутствуют ошибки при описании теории. Студент выполнил практическое задание билета с небольшими неточностями, использовал общую методику решения задачи, сформулировал</i>

Оценка	Критерии оценивания
	достаточные выводы. <i>Ответил на большинство дополнительных вопросов.</i>
3	<i>Студент ответил на теоретический вопрос билета с существенными неточностями. Студент владеет теоретическим материалом, присутствуют незначительные ошибки при описании теории. Студент выполнил практическое задание билета с существенными неточностями. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</i>
2	<i>При ответе на теоретический вопрос билета студент продемонстрировал недостаточный уровень знаний. Студент допустил существенные ошибки при использовании общей методики решения задачи. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.</i>

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	Знать основные понятия и обозначения электрических величин и элементов, стандартные графические обозначения
	Знать основы электрических измерений и теории электрических цепей в электротехнике
	Знать элементы электрических цепей и их классификацию
	Знать основные законы и методы расчета электрических цепей
	Знать параметры электрических цепей однофазного переменного синусоидального тока: синусоидальные ЭДС, напряжения и токи, мгновенные, действующие и средние значения электрических величин, изображение синусоидальных величин в виде вращающихся векторов
	Знать понятия активной, реактивной и полной мощности, коэффициента мощности, понятия резонанса напряжения и тока
	Знать электрические цепи трехфазного переменного синусоидального тока, способы соединения трехфазных цепей, фазные и линейные напряжения и токи
Умения	Уметь читать электрические и электронные схемы
	Уметь рассчитывать электрические и магнитные цепи и поля
	Уметь осуществлять эквивалентные преобразования в электрических цепях
	Уметь пользоваться в расчетах справочными и каталожными данными типового электротехнического оборудования, полупроводниковых приборов
Навыки	Навыки расчета электрических цепей постоянного и переменного синусоидального тока (контурных токов, двух узлов, непосредственного применения законов Кирхгофа, наложения)
	Навыки расчета коэффициента мощности
	Навыки расчета параметров электрических цепей переменного синусоидального тока при резонансе напряжения
	Навыки расчета параметров трехфазных электрических цепей при соединении нагрузки «звездой».

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Знание основных понятий и обозначений электрических величин и элементов, стандартные графические обозначения	Не знает основных понятий и обозначений электрических величин и элементов, стандартные графические обозначения	Допускает неточности при формулировке основных понятий и обозначений электрических величин и элементов, а также стандартных графических обозначений	С дополнительной помощью формулирует основные понятия и обозначения электрических величин и элементов, стандартные графические обозначения	Самостоятельно формулирует основные понятия и обозначения электрических величин и элементов, стандартные графические обозначения
Знание основ электрических измерений и теории электрических цепей в электротехнике	Не знает основ электрических измерений и теории электрических цепей в электротехнике	Испытывает затруднения при формулировке основ электрических измерений и теории электрических цепей в электротехнике	Знает основы электрических измерений и теории электрических цепей в электротехнике	Уверенно знает основы электрических измерений и теории электрических цепей в электротехнике
Знание элементов электрических цепей и их классификацию	Не знает элементов электрических цепей и их классификацию	Называет некоторые основные элементы электрических цепей	Называет все основные элементы электрических цепей и их классификацию	Уверенно называет все основные элементы электрических цепей и их классификацию
Знание основных законов и методов расчета электрических цепей	Не знает основных законов и методов расчета электрических цепей	Знает некоторые основные законы и пугается в методах расчета электрических цепей	Знает основные законы и методы расчета электрических цепей	Уверенно называет основные законы и методы расчета электрических цепей
Знание параметров электрических цепей однофазного переменного синусоидального тока: синусоидальные ЭДС, напряжения и токи, мгновенные, действующие и средние значения электрических величин, изображение синусоидальных величин в виде вращающихся векторов	Не знает параметров электрических цепей однофазного переменного синусоидального тока: синусоидальные ЭДС, напряжения и токи, мгновенные, действующие и средние значения электрических величин, изображение синусоидальных величин в виде вращающихся векторов	Допускает неточности при перечислении параметров электрических цепей однофазного переменного синусоидального тока: синусоидальные ЭДС, напряжения и токи, мгновенные, затрудняется пояснить отличия между действующими и средними значениями электрических величин, допускает неточности при изображении синусоидальных величин в виде	Перечисляет параметры электрических цепей однофазного переменного синусоидального тока: синусоидальные ЭДС, напряжения и токи, мгновенные, действующие и средние значения электрических величин, изображение синусоидальных величин в виде вращающихся векторов	Уверенно называет параметры электрических цепей однофазного переменного синусоидального тока: синусоидальные ЭДС, напряжения и токи, мгновенные, действующие и средние значения электрических величин, изображение синусоидальных величин в виде вращающихся векторов

		вращающихся векторов		
Знание понятий активной, реактивной и полной мощности, коэффициента мощности, понятия резонанса напряжения и тока	Не знает понятий активной, реактивной и полной мощности, коэффициент а мощности, понятия резонанса напряжения и тока	Допускает неточности в понятиях активной, реактивной и полной мощности, коэффициента мощности, дает понятия резонанса напряжения и тока .	Знает понятия активной, реактивной и полной мощности, коэффициента мощности, дает понятия резонанса напряжения и тока, знает отличительные признаки и условия возникновения резонанса	Уверенно дает определения понятий активной, реактивной и полной мощности, коэффициента мощности, дает понятия резонанса напряжения и тока, знает отличительные признаки и условия возникновения резонанса, положительные и отрицательные стороны этого явления
Знание электрических цепей трехфазного переменного синусоидального тока, способов соединения трехфазных цепей, фазные и линейные напряжения и токи	Не знает электрических цепей трехфазного переменного синусоидального тока, способов соединения трехфазных цепей, фазные и линейные напряжения и токи	Слабо знает электрические цепи трехфазного переменного синусоидального тока, с дополнительной помощью указывает некоторые способы соединения трехфазных цепей, определяет фазные и линейные напряжения и токи.	Знает электрические цепи трехфазного переменного синусоидального тока, с дополнительной помощью указывает все способы соединения трехфазных цепей, определяет фазные и линейные напряжения и токи	Знает электрические цепи трехфазного переменного синусоидального тока, все способы соединения трехфазных цепей, безошибочно определяет фазные и линейные напряжения и токи

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Уметь читать электрические и электронные схемы	Не может пользоваться электроизмерительными приборами и не владеет методикой для проведения измерений основных параметров электрических цепей	С дополнительной помощью использует электроизмерительные приборы и заданную методику для проведения измерений основных параметров электрических цепей, оценивает справедливость основных законов электрических цепей	Использует электроизмерительные приборы и заданную методику для проведения измерений основных параметров электрических цепей, оценивает справедливость основных законов электрических цепей	Самостоятельно, безошибочно использует электроизмерительные приборы и заданную методику для проведения измерений основных параметров электрических цепей, оценивает справедливость основных законов электрических цепей, объясняет случаи несовпадения теоретических и экспериментальных данных
Уметь рассчитывать электрические и магнитные цепи и поля	Не умеет верно выбирать электроизмерительные	Не всегда верно выбирает электроизмерительные приборы исходя из их	Выбирает электроизмерительные приборы исходя из их технических и метрологических	Самостоятельно выбирает электроизмерительные приборы исходя из их технических и

	приборы исходя из их технических и метрологических характеристик для конкретного случая измерений	технических и метрологических характеристик для конкретного случая измерений	характеристик для конкретного случая измерений	метрологических характеристик для конкретного случая измерений
Уметь осуществлять эквивалентные преобразования в электрических цепях	Не умеет определять параметры электрической цепи переменного тока при резонансе напряжений и тока. Не может выявить момент резонанса	С дополнительной помощью определяет параметры электрической цепи переменного тока при резонансе напряжений и тока, выявляет момент резонанса	Определяет параметры электрической цепи переменного тока при резонансе напряжений и тока, выявляет момент резонанса	Определяет параметры электрической цепи переменного тока при резонансе напряжений и тока, точно и безошибочно выявляет момент резонанса

Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Навыки расчета электрических цепей постоянного и переменного синусоидального тока (контурных токов, двух узлов, непосредственного применения законов Кирхгофа, наложения)	Не имеет навыков расчета электрических цепей постоянного и переменного синусоидального тока (контурных токов, двух узлов, непосредственного применения законов Кирхгофа, наложения)	Испытывает затруднения при расчете электрических цепей постоянного и переменного синусоидального тока одним из методов (контурных токов, двух узлов, непосредственного применения законов Кирхгофа, наложения)	С дополнительной помощью проводит расчет электрических цепей постоянного и переменного синусоидального тока несколькими методами (контурных токов, двух узлов, непосредственного применения законов Кирхгофа, наложения)	Самостоятельно проводит расчет электрических цепей постоянного и переменного синусоидального тока любым методом (контурных токов, двух узлов, непосредственного применения законов Кирхгофа, наложения)
Навыки расчета коэффициента мощности	Не имеет навыков расчета коэффициента мощности	Испытывает затруднения при определении коэффициента мощности с дополнительной помощью	С дополнительной помощью определяет коэффициент мощности	Безошибочно определяет коэффициент мощности
Навыки расчета параметров электрических цепей переменного синусоидального тока при резонансе напряжения	Не имеет навыков расчета параметров электрических цепей переменного синусоидального тока при резонансе напряжения	Испытывает затруднения при расчете параметров электрических цепей переменного синусоидального тока при резонансе напряжения;	С дополнительной помощью рассчитывает параметры электрических цепей переменного синусоидального тока при резонансе напряжения	Безошибочно рассчитывает параметры электрических цепей переменного синусоидального тока при резонансе напряжения; уверенно

Навыки расчета параметров трехфазных электрических цепей при соединении нагрузки «звездой».	Не имеет навыков расчета параметров трехфазных электрических цепей при соединении нагрузки «звездой».	Испытывает затруднения при проведении расчетов параметров трехфазных электрических цепей при соединении нагрузки «звездой»	С дополнительной помощью проводит расчеты параметров трехфазных электрических цепей при соединении нагрузки «звездой»	Безошибочно проводит расчеты параметров трехфазных электрических цепей при соединении нагрузки «звездой».
---------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------

6. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

6.1. Перечень основной литературы

1. Атабеков, Г.И. Теоретические основы электротехники. Линейные электрические цепи. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб.: Лань, 2009. — 592 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/90> — Загл. с экрана.

2. Атабеков, Г.И. Теоретические основы электротехники. Нелинейные электрические цепи. Электромагнитное поле. [Электронный ресурс] / Г.И. Атабеков, С.Д. Купалян, А.Б. Тимофеев, С.С. Хухриков. — Электрон. дан. — СПб.: Лань, 2010. — 432 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/644> — Загл. с экрана.

3. Теоретические основы электротехники: метод. указания к выполнению лаб. работ для студентов специальности 140211 - Электроснабжение / БГТУ им. В. Г. Шухова, каф. электроэнергетики; сост.: М. Ю. Михайлова, А. О. Яковлев, А. М. Нестеров. - Белгород: Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2012. Ч. 1. - 2012. - 54 с.

4. Теоретические основы электротехники: метод. указания к выполнению лаб. работ для студентов специальности 140211 - Электроснабжение / БГТУ им. В. Г. Шухова, каф. электроэнергетики; сост.: М. Ю. Михайлова, А. О. Яковлев, А. М. Нестеров. - Белгород: Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2012. Ч. 2. - 2012. - 70 с.

5. Теоретические основы электротехники: метод. указания к выполнению лаб. работ для студентов специальности 140211-Электроснабжение / БГТУ им. В. Г. Шухова, каф. электроэнергетики; сост.: М. Ю. Михайлова, А. О. Яковлев, А. М. Нестеров. - Белгород: Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2012. Ч. 3. - 2012. - 54 с.

6. Сборник задач по теоретическим основам электротехники: учеб. пособие / ред. Л. А. Бессонов. - изд. 4-е, перераб. и испр. - Москва: Высшая школа, 2003. - 528 с.

6.2. Перечень дополнительной литературы

1. Потапов, Л.А. Теоретические основы электротехники: краткий курс. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб.: Лань, 2016. — 376 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/76282> — Загл. с экрана.
2. Аполлонский, С.М. Теоретические основы электротехники. Электромагнитное поле. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб.: Лань, 2012. — 592 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/3188> — Загл. с экрана.
3. Бычков, Ю.А. Основы теоретической электротехники. [Электронный ресурс] / Ю.А. Бычков, В.М. Золотницкий, Э.П. Чернышев. — Электрон. дан. — СПб.: Лань, 2009. — 592 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/36> — Загл. с экрана.
4. Теоретические основы электротехники: учебник: в 3 т. / К. С. Демирчян [и др.]. - 4-е изд., доп. для самостоятельного изуч. курса. - Санкт-Петербург: ПИТЕР, 2006. - (Учебник для вузов). Т. 1. - 462 с.
5. Теоретические основы электротехники: учебник: в 3 т. / К. С. Демирчян [и др.]. - 4-е изд., доп., для самостоятельного изуч. курса. - Санкт-Петербург: ПИТЕР, 2006. - (Учебник для вузов). Т. 2. - 575 с.
6. Теоретические основы электротехники: учебник: в 3 т. / К. С. Демирчян [и др.]. - 4-е изд., доп. для самостоятельного изуч. курса. - Санкт-Петербург: ПИТЕР, 2006. - (Учебник для вузов). Т. 3. - 376 с.
7. Нейман В.Ю. Теоретические основы электротехники в примерах и задачах. Часть 1. Линейные электрические цепи постоянного тока [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Нейман В.Ю.— Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2011. — 116 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45172>. — ЭБС «IPRbooks»
8. Нейман В.Ю. Теоретические основы электротехники в примерах и задачах. Часть 2. Линейные электрические цепи однофазного синусоидального тока [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Нейман В.Ю.— Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2009. — 150 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45173>. — ЭБС «IPRbooks»
9. Нейман В.Ю. Теоретические основы электротехники в примерах и задачах. Часть 3. Четырехполюсники и трехфазные цепи [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Нейман В.Ю.— Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2010. — 144 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45174>. — ЭБС «IPRbooks»
10. Нейман В.Ю. Теоретические основы электротехники в примерах и задачах. Часть 4. Линейные электрические цепи несинусоидального тока [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Нейман В.Ю.— Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2011. — 182 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45175>. — ЭБС «IPRbooks»
11. Расчет электромагнитного поля: методические указания к выполнению практических заданий для студентов специальности 140211.65 – Электроснабжение / сост.: М.Ю. Михайлова, А.О. Яковлев. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2012. – 46с.

6.3. Перечень интернет ресурсов

1. Электронные ресурсы по дисциплине: перечень тем, методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине, методические указания к выполнению расчетно-графического задания. – Режим доступа: <http://e.bstu.ru/resources/elektrotehnika>.

2. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU – Режим доступа: <http://elibrary.ru/>

3. Электронно-библиотечная система издательства «Лань» – Режим доступа: <http://e.lanbook.com> с компьютеров, подключенных к сети Интернет, необходимо зарегистрироваться в системе с компьютеров локальной сети университета или в зале электронных ресурсов НТБ (к.302 БК).

4. Электронно-библиотечная система «IPRbooks» – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/> Доступ к полному тексту изданий на сайте возможен после авторизации по логину и паролю (логин и пароль в библиотеке (к.302)).

5. Национальная электронная библиотека – Режим доступа: <http://нэб.рф/> в зале электронных ресурсов НТБ (к. 302 БК).

6. Сборник нормативных документов «Норма CS» – Режим доступа: <http://normacs.ru/> с компьютеров локальной сети университета и в зале электронных ресурсов НТБ (к.302).

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Лекционные занятия – поточная аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, компьютер/ноутбук).

Практические занятия – учебный класс, оснащенный презентационной техникой (проектор, компьютер/ноутбук).

Лабораторные занятия – лаборатория теоретических основ электротехники и электроники, оснащенная учебными лабораторными стендами «Электротехника и основы электроники».

Оборудование:

цифровые вольтметры;

цифровые мультиметры;

амперметры.

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений

Рабочая программа без изменений утверждена на _____ учебный год.

Протокол № _____ заседания кафедры от _____.

Заведующий кафедрой _____ В.А. Уваров
подпись, ФИО

Директор института _____ В.А. Уваров
подпись, ФИО

подпись, ФИО

Рабочая программа утверждена на 20__/20__ учебный год без изменений:

Протокол № _____ заседания кафедры от «____» _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой _____ **В.А. Уваров**
подпись, ФИО

Директор института _____ **В.А. Уваров**
подпись, ФИО