

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича
Столетовых»
(ВлГУ)



«УТВЕРЖДАЮ»
Проректор
по учебно-методической работе

А.А. Панфилов

«25» июня 2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Теоретические основы электротехники»

Направление подготовки: 13.03.02 электроэнергетика и электротехника

Профиль подготовки: электроснабжение

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

Семестр	Трудоемкость, зач. ед./час	Лекций, час	Практич. занятий, час	Лабор. работ, час	СРС, час	Форма промежуточн. контроля (экс/зачет)
Третий	6/216	36	18	18	99	экс (45), кр
Четвертый	8/288	36	36	18	153	экс(45)
Пятый	5/180	36	18	18	63	экс(45)
Итого	19/684	108	72	54	315	экс(135), кр

Владимир-2015

2016

М.П.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины являются приобретение знаний по основным понятиям и законам теории электрических и магнитных цепей и теории электромагнитного поля, по методам анализа цепей постоянного и переменного токов; владение методами расчета установившихся и переходных процессов в линейных и нелинейных электрических цепях.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Теоретические основы электротехники» относится к дисциплинам базовой части направления подготовки бакалавров «Электроэнергетика и электротехника» по профилю «Электроснабжение». Дисциплина логически и методически тесно связана с рядом теоретических и практических дисциплин.

Дисциплина «Теоретические основы электротехники» связана со следующими дисциплинами: математика, физика, информатика, вычислительная математика, математические задачи электроэнергетики, компьютерная и инженерная графика. Знания, приобретенные студентами при изучении дисциплины «Теоретические основы электротехники», необходимы им для изучения ряда дисциплин: электромеханика, информационно-измерительная техника и электроника, метрология, стандартизация, сертификация, электроэнергетика, электромагнитная совместимость в электроэнергетике, устойчивость систем электроснабжения, электропитающие системы и электрические сети, переходные процессы в электроэнергетических системах, надежность электроснабжения, электрический привод, системы электроснабжения, электрическое освещение, релейная защита и автоматизация систем электроснабжения, промышленные электротехнологические установки, кабельные и воздушные линии, энергетическая электроника.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины «Теоретические основы электротехники» выпускник должен обладать следующими компетенциями:

знать: способностью к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия (ОК-5); способностью работать в команде, толерантно воспринимая социальные и культурные различия (ОК-6); способностью к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);

уметь: способностью применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач (ОПК-2); способностью использовать методы анализа и моделирования электрических цепей (ОПК-3).

владеть: способностью участвовать в планировании, подготовке и выполнении типовых экспериментальных исследований по заданной методике (ПК-1); способностью обрабатывать результаты экспериментов (ПК-2); способностью рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности (ПК-5); способностью координировать деятельность членов коллектива исполнителей (ПК-6).

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 19 зачетных единиц, 684 часа.

№	Тема дисциплины	Семестр	Виды учебной работы и трудоемкость в часах						Объем учебной работы, с применением иных методов (в часах/%)	Формы текущего контроля и промежуточной аттестации	
			Недели семестра								
			Лекции	Практич. занятия	Лаборат. работы	Контрол. работы	С.Р.С.	КП/КР			
1	Электрическая цепь и её элементы. Двухполюсные активные и пассивные элементы.	3	1	2	2			5		1/25	
2	Топологические понятия и соотношения в цепи. Законы Кирхгофа.	3	2	2		2		6		1/25	
3	Топологические матрицы графа и их свойства.	3	3	2	2			5		1/25	
4	Алгебраические методы анализа цепей при установившемся режиме при постоянном токе.	3	4	2		2		6		1/25	
5	Матричная форма закона Ома. Составление матричных уравнений при наличии ветвей с идеальными источниками. Метод узловых уравнений.	3	5	2	2			5		1/25	
6	Метод уравнений с напряжениями ветвей дерева. Метод контурных уравнений.	3	6	2		2		5		1/25	Рейтинг-контроль

7	<p>Свойства и преобразования электрических цепей. Баланс мощностей. Принцип и метод наложения.</p> <p>Теорема взаимности.</p> <p>Теорема компенсации.</p> <p>Теорема об эквивалентном источнике.</p>	3	7	2	2			5		1/25	
8	<p>Расчет цепей, содержащих элементы R, L, C и источники гармонического напряжения и тока. Синусоидальные напряжения и токи и их параметры.</p> <p>Гармонический ток в сопротивлении R, индуктивности L и емкости C.</p> <p>Последовательная и параллельная цепи с элементами R, L, C.</p>	3	8	2		2		6		1/25	
9	<p>Комплексный метод расчета цепей синусоидального тока.</p> <p>Комплексные амплитуды и действующие значения.</p> <p>Комплексные сопротивления и проводимости.</p> <p>Расчет мощностей.</p>									2/25	

10	Уравнения состояния электрических цепей в комплексной форме. Законы Ома и Кирхгофа в комплексной форме.	3	10	2	2	6	1/25	
11	Узловые уравнения и контурные уравнения в комплексной форме. Топографические диаграммы.	3	11	2	2	5	1/25	
12	Трехфазные цепи. Основные понятия и соотношения. Симметричные трехфазные цепи и их расчет.	3	2	2	2	6	1/25	Рейтинг-контроль
13	Несимметричные трехфазные цепи. Измерение мощности в трехфазных цепях. Метод симметричных составляющих.	3	3	2	2	5	1/25	
14	Вращающееся магнитное поле.	3	4	2	2	6	1/25	
15	Анализ электрических цепей с электронными элементами и взаимной индукцией. Трехполюсные элементы цепей. Транзистор. Индуктивный трехполосник.	3	5	2	2	5	1/25	

17	Расчет разветвленных цепей с взаимной индукцией.	3	17	2	2		5		1/25	
18	Преобразования цепей с взаимной индукцией.	3	18	2	2		6		1/25	Рейтинг-контроль
ИТОГО за семестр				36	18	18	99	К Р	18/25 %	45 (экз), КР
19	Расчет цепей с невзаимными элементами в линейном режиме. Составление матричных уравнений с невзаимными элементами. Неопределенные матрицы узловых проводимостей и контурных сопротивлений электронных трехполюсников.	4	1	2	2	2	8		1/25	
20	Многополюсники при синусоидальных токах и напряжениях. Основные уравнения четырехполюсников.	4	2	2	2		9		1/25	
21	Определение коэффициентов четырехполюсников. Эквивалентные схемы четырехполюсника.	4	3	2	2	2	8		1/25	
22	Режим четырехполюсника при нагрузке. Характеристическое сопротивление и коэффициент	4	4	2	2		9		1/25	

	Эквивалентные схемы четырехполюсника.										
22	Режим четырехполюсника при нагрузке. Характеристическое сопротивление и коэффициент передачи четырехполюсника.	4	4	2	2			9		1/25	
23	Графы четырехполюсников и их простые соединения.	4	5	2	2	2		8		1/25	
24	Анализ электрических цепей при несинусоидальных периодических напряжениях и токах. Расчет мгновенных значений напряжений и токов. Действующие значения токов и напряжений. Ряд Фурье в комплексной форме.	4	6	2	2			9		1/25	Рейтинг-контроль
25	Анализ переходных процессов в линейных электрических цепях. Классический метод расчета переходных процессов в разветвленных цепях.	4	7	2	2	2		8		1/25	
26	Переходные и импульсные характеристики цепей. Расчет переходных	4	8	2	2			9		1/35	

	процессов при воздействии источников э.д.с. и тока произ- вольной формы.										
27	Операторный метод расчета переходных процессов. Прямое и обратное преобразования Лапласа.	4	9	2	2	2	8	1/25			
28	Теорема разложения. Уравнения электрических цепей в операторной форме. Матричные уравнения цепи в операторной форме.	4	10	2	2	9	1/25				
29	Преобразования Фурье и спектральные характеристики. приме- нение преобразования Фурье к расчету переходных процессов.	4	11	2	2	2	8	1/25			
30	Методы расчета нелинейных элек- трических и магнитных цепей при постоянных токах и напряжениях. Характерные нелинейности и гра- фическое представле- ние характеристик. Графический метод расчета цепей с последовательным	4	12	2	2	9	1/25	Рейтинг- контроль			

	соединением линейных и нелинейных элементов.									
31	Графический метод расчета цепей с параллельным и последовательно-параллельным соединением линейных и нелинейных элементов.	4	13	2	2	2	8	2/33,3		
32	Уравнения для магнитных цепей и аналогия с электрическими цепями. Графический метод расчета магнитных цепей.	4	14	2	2		9	1/25		
33	Нелинейные элементы и их характеристики при переменных токах и напряжениях. Аналитические методы расчета нелинейных цепей.	4	15	2	2	2	8	2/33,3		
34	Векторная диаграмма и схема замещения катушки с ферромагнитным сердечником. Векторная диаграмма и схема замещения трансформатора с	4	16	2	2		9	1/25		

	ферромагнитным сердечником.										
35	Полупроводниковые нелинейные резистивные элементы в цепях переменного тока.	4	17	2	2	2		8		2/33,3	
36	Выпрямители, опорные диоды (стабилитроны)	4	18	2	2			9		1/25	Рейтинг-контроль
ИТОГО за семестр				36	36	18		153		27/30 %	45 (экз)
37	Понятие об электромагнитном поле (ЭМП). Физические величины, характеризующие ЭМП. Первичные источники ЭМП	5	1	2		2		3		1/25	
38	Дифференциальные операторы в теории ЭМП	5	2	2	2			4		1/25	
39	Законы теории ЭМП в интегральной и дифференциальной формах	5	3	2		2		3		1/25	
40	Связь между векторами ЭМП и электрофизическими свойствами среды	5	4	2	2			4		1/25	
41	Основные энергетические соотношения в теории ЭМП.	5	5	2		2		3		1/25	

	Теорема Умова - Пойнтинга										
42	Граничные условия для векторов ЭМП на поверхностях раздела сред. Закон сохранения заряда в дифференциальной и интегральной формах	5	6	2	2			4		1/25	Рейтинг-контроль
43	Законы электростатики. Скалярная краевая задача электростатики	5	7	2		2		3		1/25	
44	Метод изображений. Наиболее важные частные случаи решения задач электростатики	5	8	2	2			4		1/25	
45	Законы постоянного электрического поля в проводящей среде. Аналогия этого поля с электростатическим полем	5	9	2		2		3		1/25	
46	Электрическое поле вблизи проводника с током. Постоянное электрическое поле в несовершенной изолирующей среде. Методы электрического моделирования физических полей	5	10	2	2			4		1/25	
47	Законы магнитостатики. Векторная краевая задача магнитостатики. Закон Био-Савара	5	11	2		2		3		1/25	

48	Интегральные параметры магнитостатического поля. Скалярная краевая задача магнитостатики	5	12	2	2			4	1/25	Рейтинг-контроль
49	Метод пространственных интегральных уравнений в магнитостатике	5	13	2		2		3	1/25	
50	Наиболее важные частные случаи решения задач магнитостатики. Мощность, передаваемая по двухпроводной линии постоянного тока	5	14	2	2			4	1/25	
51	Переменное гармоническое ЭМП. Уравнения Максвелла в комплексной форме	5	15	2		2		3	1/25	
52	Комплексные параметры электрофизических свойств среды. Системы электродинамических потенциалов и соответствующие уравнения математической физики	5	16	2	2			4	1/25	
53	Элементарные излучатели гармонического ЭМП. Поверхностный эффект.	5	17	2		2		3	1/25	

54	Эффект близости. Принцип электромагнитного экранирования	5	18	2	2		4		1/25	Рейтинг-контроль	
ИТОГО за семестр				36	18	18		63		18/25 %	45 (экз)
ИТОГО			108	72	54		315	КР	63/35 %	экз	

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Лекционные занятия проводятся в специализированных аудиториях, оборудованных компьютерами, электронными проекторами и интерактивными досками, что позволяет сочетать активные и интерактивные формы проведения занятий. Чтение лекций сопровождается демонстрацией компьютерных слайдов. Практические занятия проводятся в специализированной аудитории и компьютерном классе.

Лабораторные занятия по дисциплине проводятся в лаборатории 522/3 «Электрические цепи» и лаборатории 512/3 «Электромагнитное поле». Лаборатория «Электрические цепи» имеет 6 компьютеризированных стендов заводского изготовления, лаборатория «Электромагнитное поле» имеет 5 оригинальных стендов по тематике основных разделов теории электромагнитного поля.

Для выполнения курсовой работы и контрольных работ по теории электрических цепей на базе программного комплекса Matlab на кафедре ЭтЭн разработан вычислительный сценарий «Серуе».

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Для текущего контроля успеваемости применяется рейтинг-контроль, проводимый в форме письменных ответов на вопросы по темам лекционных занятий на 6-й, 12-й и 18-й неделях в каждом из трёх семестров. Промежуточная аттестация проводится в форме экзаменов в третьем, четвертом и пятом семестрах.

Третий семестр

Рейтинг-контроль № 1

1. При каком условии параметры элемента электрической цепи считают сосредоточенными?
2. Запишите словесную формулировку принципа взаимности для элемента электрической цепи
3. Запишите словесную формулировку принципа суперпозиции (положения) для линейной электрической цепи.
4. Запишите определение идеального источника э.д.с. и покажите его графическое изображение на схеме.
5. Запишите формулу, связывающую ток и напряжение на зажимах реального источника э.д.с., и покажите его графическое изображение на схеме.
6. Запишите определение идеального источника тока и покажите его графическое изображение на схеме.
7. Запишите формулу, связывающую ток и напряжение на зажимах реального источника тока, и покажите его графическое изображение на схеме.
8. Запишите формулу, связывающую ток и напряжение на зажимах двухполюсного резистивного элемента, и формулу для определения электрической энергии, поступающей в такой элемент
9. Запишите формулу, связывающую напряжение и потокосцепление двухполюсного индуктивного элемента (индуктивности). Запишите подобную формулу для линейной индуктивности.
10. Запишите формулу для определения энергии, поступающей в индуктивность.
11. Запишите формулу, связывающую ток и заряд двухполюсного емкостного элемента (емкости). Запишите подобную формулу для линейной емкости.
12. Запишите формулу для определения энергии, поступающей в емкость.
13. Запишите формулу закона Кирхгофа для произвольного узла электрической цепи и формулу закона Кирхгофа для произвольного контура цепи и соответствующие словесные формулировки этих законов.
14. Запишите определение графа электрической цепи и его

подграфов.

15. Запишите определение матрицы соединений (узловой матрицы) и правила составления этой матрицы.

16. Запишите, с использованием узловой матрицы, закон Кирхгофа для токов и формулу, связывающую напряжение ветвей и потенциалы узлов схемы.

17. Запишите определение матрицы контуров и правила составления этой матрицы.

18. Запишите, с использованием матрицы контуров, закон Кирхгофа для напряжений и формулу, связывающую токи ветвей и контурные токи.

19. Изобразите схему ветви электрической цепи, содержащую сопротивление, источник э.д.с. и источник тока и запишите для нее закон Ома в алгебраической форме.

20. Запишите в матричной форме закон Ома для всех ветвей схемы электрической цепи и опишите все слагаемые в этой формуле.

21. На конкретном примере покажите, как исключается из схемы идеальный источник тока, и объясните зачем нужно такое преобразование.

22. На конкретном примере покажите, как исключается из схемы идеальный источник э.д.с. и объясните зачем нужно такое преобразование.

23. Запишите в матричной форме узловые уравнения и покажите в развернутом виде матрицу узловых проводимостей и матрицу узловых токов.

24. Запишите правила составления узловых уравнений в матричной форме.

25. Запишите в матричной форме контурные уравнения и покажите в развернутом виде матрицу контурных сопротивлений и матрицу контурных э.д.с.

26. Запишите правила составления контурных уравнений в матричной форме.

Рейтинг-контроль №2

1. Запишите в алгебраической форме уравнение баланса

мощностей в электрической цепи и объясните слагаемые этого уравнения.

2. Запишите в матричной и алгебраической форме принцип и метод наложения для токов в электрической цепи. Объясните слагаемые этих уравнений.

3. Запишите в матричной и алгебраической форме принцип и метод наложения для напряжений в электрической цепи. Объясните слагаемые этих уравнений.

4. Запишите словесную формулировку теоремы взаимности (теоремы обратимости) для линейной электрической цепи.

5. Запишите словесную формулировку теоремы компенсации для электрической цепи.

6. Запишите формулу для расчета тока ветви по теореме об эквивалентном источнике и нарисуйте соответствующую этой формуле эквивалентную схему.

7. Запишите формулу для расчета напряжения ветви по теореме об эквивалентном источнике и нарисуйте соответствующую этой формуле эквивалентную схему.

8. Какими параметрами определяется синусоидальные токи и напряжения? Почему промышленная частота переменного тока равна 50Гц?

9. Запишите формулу, определяющую э.д.с. генератора гармонической э.д.с., и объясните величины входящие в эту формулу.

10. Запишите формулу для расчета активной мощности, действующего значения тока и напряжения при гармоническом токе в активном сопротивлении «г».

11. Запишите формулы для расчета активного сопротивления реактивной мощности в индуктивности; укажите размерность этой мощности. Изобразите на комплексной плоскости взаимное расположение комплексных действующих значений векторов напряжения и тока в индуктивности.

12. Запишите формулы для расчета реактивного сопротивления и реактивной мощности в емкости; укажите размерность этой мощности. Изобразите на комплексной плоскости взаимное расположение комплексных действующих значений векторов напряжения и тока в емкости.

13. Для схемы с последовательно включенными элементами

r, L, C , подключенной к источнику гармонической э.д.с., заданы параметры всех элементов схемы. Запишите формулы для расчета действующего значения тока в схеме и сдвига фаз между напряжением и током в схеме.

14. При каком условии в схеме с последовательно включенными элементами r, L, C , подключенной к источнику гармонической э.д.с., возникает резонанс напряжений? Какую особенность имеет этот режим работы схемы?

15. При каком условии в схеме с параллельно включенными элементами r, L, C , подключенной к источнику гармонического тока, возникает резонанс токов? Какую особенность имеет этот режим работы схемы?

16. Напишите формулу для комплексного сопротивления произвольной ветви схемы в показательной и алгебраической форме. Напишите такую формулу для ветви состоящей из последовательно соединенных элементов r, L, C .

17. Напишите формулу для комплексной проводимости произвольной ветви схемы в показательной и алгебраической форме. Напишите такую формулу для пассивного участка ветви, содержащей параллельно соединенные элементы r, L, C .

18. Напишите формулы для расчета мощностей по комплексным напряжению и току, а также по комплексным сопротивлениям и проводимостям.

19. Запишите закон Ома для произвольной ветви, содержащей комплексное сопротивление Z_k , гармонический источник э.д.с. и тока, в комплексной форме. Запишите в матричной форме уравнения Кирхгофа для комплексных значений токов и напряжений.

20. Запишите матричные узловые уравнения и контурные уравнения в комплексной форме; запишите формулу для расчета матрицы контурных сопротивлений.

Рейтинг-контроль №3

1. Запишите формулы, определяющие связь между фазными и линейными (междуфазными) напряжениями и токами в симметричной трехфазной системе при соединении фаз «треугольником» и «звездой».

2. Запишите формулы для расчета комплексных мощностей в симметричной трехфазной системе при соединении фаз «треугольником» и «звездой».

3. Объясните роль нулевого провода при соединении фаз «звездой», рассматривая трехфазную систему как схему с двумя узлами O и O_1 и анализируя формулу для расчета напряжения на нулевом проводе.

4. Объясните, почему для измерения активной мощности несимметричной трехпроводной трехфазной цепи достаточно иметь два ваттметра.

5. Нарисуйте схему для измерения реактивной мощности в симметричной трехфазной цепи, векторную диаграмму для этой цепи; напишите формулу, поясняющую возможности измерения реактивной мощности.

6. Запишите формулы для расчета токов в фазах А, В, С при несимметричном режиме трехфазной цепи через симметричные составляющие этих токов.

7. Запишите формулы для расчета токов симметричных составляющих через фазные токи фаз А, В, С.

8. Сформулируйте условия создания вращающегося магнитного поля в электрических машинах, подключенных к многофазным симметричным системам напряжений.

9. Для трехполюсного элемента транзистора нарисуйте схему, содержащую упрощенное изображение транзистора и два источника э.д.с., питающие его; объясните принцип действия транзистора.

10. Напишите систему уравнений для входного и выходного напряжения транзистора и его эквивалентную схему, содержащую зависимый источник э.д.с.

11. Напишите систему уравнений для переменных составляющих входного и выходного напряжения транзистора и его эквивалентную схему, содержащую зависимый источник тока.

12. Для индуктивного трехполюсника запишите формулы для определения потокосцеплений ψ_1 и ψ_2 через собственные и взаимные индуктивности.

13. Для индуктивного трехполюсника запишите формулы для расчета первичного и вторичного напряжения через собственные и взаимные индуктивности.

14. Запишите формулу для коэффициента трансформации трансформатора и обоснуйте ее, исходя из закона электромагнитной индукции.

15. Запишите формулу для расчета энергии потребляемой трансформатором и объясните физический смысл слагаемых этой формулы.

16. Нарисуйте векторные диаграммы для согласного и встречного включения двух последовательно соединенных катушек индуктивности. Объясните принципиальное различие этих диаграмм.

17. Нарисуйте схему двухобмоточного трансформатора и запишите систему уравнений для него в комплексной форме.

18. Напишите формулу для входного сопротивления трансформатора и объясните его слагаемые.

19. Напишите уравнение баланса активных мощностей в трансформаторе и объясните слагаемые этого уравнения.

20. Запишите матрицы узловых проводимостей и контурных сопротивлений четырехполюсного трансформатора.

Экзаменационные вопросы

1. Формулировка принципа взаимности для элемента электрической цепи и формулировка принципа суперпозиции (наложения) для линейной электрической цепи.

2. Определение идеального источника э.д.с. и его графическое изображение на схеме. Определение реального источника э.д.с. и его графическое изображение на схеме.

3. Определение идеального источника тока и его графическое изображение на схеме. Определение реального источника тока и его графическое изображение на схеме.

4. Свойства двухполюсного резистивного элемента и формула для определения электрической энергии, поступающей в такой элемент.

5. Свойства двухполюсного индуктивного элемента (индуктивности) и формула для определения электрической энергии, поступающей в такой элемент.

6. Свойства двухполюсного емкостного элемента (емкости) и формула для определения электрической энергии, поступающей в такой элемент.

элемент.

7. Закон Кирхгофа для произвольного узла электрической цепи и закон Кирхгофа для произвольного контура цепи.

8. Определение графа электрической цепи и его подграфов.

9. Определение матрицы соединений (узловой матрицы) и правила составления этой матрицы. Применение матрицы соединений.

10. Определение матрицы контуров и правила составления этой матрицы. Применение матрицы контуров.

11. Матричная форма закона Ома для всех ветвей схемы электрической цепи.

12. Правила исключения из схемы идеального источника тока. Правила исключения из схемы идеального источника э.д.с.

13. Матричная форма уравнений для узловых потенциалов.

14. Матричная форма уравнений для контурных токов.

15. Алгебраическая форма уравнения баланса мощностей в электрической цепи.

16. Матричная и алгебраическая формы принципа наложения для токов в электрической цепи.

17. Матричная и алгебраическая формы принципа наложения для напряжений в электрической цепи.

18. Формулировки теоремы взаимности (теоремы обратимости) и теоремы о компенсации для линейной электрической цепи.

19. Формула для расчета тока ветви по теореме об эквивалентном источнике и соответствующая этой формуле эквивалентная схема. Формула для расчета напряжения ветви по теореме об эквивалентном источнике и соответствующая этой формуле эквивалентная схема.

20. Параметры, определяющие синусоидальные токи и напряжения. Почему промышленная частота переменного тока равна 50 Гц?

21. Формулы для расчета активной мощности, действующего значения тока и напряжения при гармоническом токе в активном сопротивлении r .

22. Расчет действующего значения тока и сдвига фаз между напряжением и током в схеме с последовательно соединенными элементами r , L , C , подключенной к источнику гармонической э.д.с..

23. Резонанс напряжений в схеме с последовательно

соединенными элементами r , L , C , подключенной к источнику гармонической э.д.с.

24. Резонанс токов в схеме с параллельно соединенными элементами r , L , C в схеме, подключенной к источнику гармонического тока.

25. Формула для комплексного сопротивления произвольной ветви схемы в показательной и алгебраической форме для ветви, состоящей из последовательно соединенных элементов r , L , C .

26. Формула для комплексной проводимости произвольной ветви схемы в показательной и алгебраической форме для пассивного участка ветви, состоящего из параллельно соединенных элементов r , L , C .

27. Формулы для расчета мощностей по комплексным напряжению и току, а также по комплексным сопротивлениям и проводимостям.

28. Матричная форма уравнений Кирхгофа для комплексных значений токов и напряжений.

29. Матричные узловые уравнения и контурные уравнения в комплексной форме.

30. Формулы связи между фазными и линейными напряжениями и токами в симметричной трехфазной системе при соединении фаз «треугольником» и «звездой».

31. Формулы для расчета комплексных мощностей в симметричной трехфазной системе при соединении фаз «треугольником» и «звездой».

32. Формула для расчета напряжения на нулевом проводе в трехфазной системе (схема с двумя узлами O и O_1) при соединении фаз «звездой».

33. Измерения активной мощности несимметричной трехпроводной трехфазной цепи по методу двух ваттметров.

34. Измерения реактивной мощности в симметричной трехфазной цепи.

35. Формулы для расчета токов в фазах A , B , C через симметричные составляющие этих токов при несимметричном режиме трехфазной цепи.

36. Формулы для расчета токов симметричных составляющих токов через фазные токи фаз A , B , C .

37. Условия создания вращающегося магнитного поля в электрических машинах, подключенных к многофазным симметричным системам напряжений.

38. Система уравнений для входного и выходного напряжения трансформатора и его эквивалентная схема, содержащая зависимый источник э.д.с. (тока).

39. Формулы для определения потокосцеплений ψ_1 и ψ_2 а также первичного и вторичного напряжения индуктивного трехполюсника через собственные и взаимные индуктивности.

40. Формулы для коэффициента трансформации трансформатора, а также энергии потребляемой трансформатором.

41. Векторные диаграммы для согласного и встречного включения двух последовательно соединенных катушек индуктивности.

42. Схема двухобмоточного трансформатора и система уравнений для него в комплексной форме; формула для входного сопротивления трансформатора; уравнение баланса активных мощностей в трансформаторе.

43. Матрицы узловых проводимостей и контурных сопротивлений четырехполюсного трансформатора.

Вопросы СРС

1. Двухполосные активные и пассивные элементы.
2. Граф электрической цепи и его подграфы.
3. Топологические матрицы графа и их свойства.
4. Алгебраические методы анализа цепей при установившемся режиме. Применение уравнений Кирхгофа.
5. Алгебраические методы анализа цепей при установившемся режиме. Применение узловых уравнений.
6. Алгебраические методы анализа цепей при установившемся режиме. Применение контурных уравнений.
7. Баланс мощностей.
8. Принцип наложения.
9. Свойство взаимности.
10. Теорема о компенсации.
11. Теорема об эквивалентном источнике.

12. Гармонические токи в сопротивлении r , индуктивности L , ёмкости C .
13. Комплексные величины, характеризующие установившиеся процессы в электрической цепи.
14. Уравнения состояния электрических цепей с гармоническими источниками в комплексной форме.
15. Анализ резонансных явлений.
16. Простые цепи с взаимной индукцией.
17. Трансформатор в линейном режиме.
18. Симметричные трехфазные цепи и методы их расчета.
19. Расчет несимметричных трехфазных цепей.
20. Вращающееся магнитное поле и его применение.
21. Измерение мощности в трехфазных цепях.
22. Метод симметричных составляющих

Темы курсовой работы

1. Расчет разветвленных цепей постоянного тока.
2. Расчет несимметричных трехфазных цепей.

Четвёртый семестр

Рейтинг-контроль №1

1. Запишите матрицу сопротивлений Z транзистора, включенного по схеме с общей базой.
2. Запишите матрицу проводимостей Y транзистора, включенного по схеме с общей базой.
3. Запишите неопределенную матрицу проводимостей транзистора, включенного по схеме с общей базой.
4. Нарисуйте три возможные схемы включения транзистора и укажите названия этих схем.
5. Напишите узловые и контурные уравнения в комплексной форме для расчета схем с транзисторами. Объясните их особенности.
6. Запишите уравнения четырехполюсника в форме Z . Напишите соотношения для расчета коэффициентов этих уравнений.

7. Запишите уравнения четырехполюсника в форме Y . Напишите соотношения для расчета коэффициентов этих уравнений.
8. Запишите уравнения четырехполюсника в форме H . Укажите для расчета, каких цепей (схем) применяется такая форма уравнений.
9. Запишите уравнения четырехполюсника в форме A для включения источника к входным зажимам (первый вариант) и для включения источника к выходным зажимам (второй вариант).
10. Каким соотношением связаны коэффициенты уравнений в форме A для взаимных цепей? Какой четырехполюсник называют симметричным?
11. Каким соотношением связаны входные сопротивления четырехполюсника, описываемого уравнениями в форме A .
12. Изобразите эквивалентные схемы четырехполюсников непосредственно удовлетворяющие уравнениям в форме Z и форме Y .
13. Запишите входное сопротивление четырехполюсника при прямом питании (со стороны входных зажимов), выраженное через сопротивления при разомкнутых и короткозамкнутых зажимах.
14. Запишите входное сопротивление четырехполюсника при обратном питании (со стороны выходных зажимов), выраженное через сопротивления при разомкнутых и короткозамкнутых зажимах.
15. Запишите определение входного сопротивления четырехполюсника и формулу для его расчета через коэффициенты уравнений в форме A .
16. Какой формулой определяется комплексный коэффициент передачи четырехполюсника? Какой физический смысл действительной и мнимой частей этого коэффициента?
17. Изобразите сигнальные графы четырехполюсников в форме A и Z .
18. Изобразите сигнальные графы четырехполюсников в форме Y и H .
19. Изобразите схему каскадного соединения двух четырехполюсников, представленных коэффициентами уравнений в форме A и сигнальный граф соответствующий этому соединению. Запишите уравнения связи между входными и выходными напряжениями и токами, выраженные через коэффициенты обоих четырехполюсников.
20. Запишите ряд Фурье для периодического несинусоидального

напряжения в виде суммы слагаемых с начальными фазами (первый вариант) и в виде суммы слагаемых без начальных фаз (второй вариант).

21. Запишите формулы связи амплитуд и начальных фаз слагаемых ряда Фурье с начальными фазами с коэффициентами ряда Фурье без начальных фаз.

22. Запишите формулу для расчета действующего значения несинусоидального периодического тока через действующее значение токов гармоник.

23. Запишите определения для коэффициентов формы, коэффициента амплитуды и коэффициента искажения несинусоидальной периодической функции (напряжения, тока).

24. Запишите формулу для расчета активной мощности при периодических несинусоидальных токах и напряжениях.

25. Запишите ряд Фурье в комплексной форме.

Рейтинг-контроль №2

1. Классический метод расчета переходных процессов. Вывод правил коммутации для тока в катушке и напряжения на емкости.

2. Определение свободной составляющей переходного процесса (напряжения, тока) при простых и кратных корнях характеристического уравнения электрической цепи.

3. Порядок расчета переходных процессов классическим методом.

4. Изобразите графически единичную функцию и дельта-функцию и напишите формулу связи между этими функциями. Напишите формулу связи между переходной и импульсной характеристикой цепи.

5. Напишите формулу для расчета тока $i(t)$ в цепи, на которую воздействует напряжение произвольной формы, значение которого равно нулю в нулевой момент времени.

6. Напишите формулу для расчета тока $i(t)$ в цепи, на которую воздействует напряжение произвольной формы, значение которого $u(0) \neq 0$ в нулевой момент времени.

7. Запишите законы (правила) коммутации для схем содержащих емкостные контуры и индуктивные сечения.

8. Запишите формулы для прямого и обратного преобразования

Лапласа.

9. Запишите формулы для расчета тока $i(t)$ по теореме разложения при простых корнях полинома $M(P)$ для изображения искомого тока $I(P) = N(P)/M(P)$.

10. Изобразите последовательную и параллельную операторные эквивалентные схемы индуктивности. Объясните физический смысл элементов этих схем.

11. Изобразите последовательную и параллельную операторные эквивалентные схемы емкости. Объясните физический смысл элементов этих схем.

12. Запишите в матричной форме закон Ома для изображений напряжений и токов для произвольной операторной схемы.

13. Запишите в матричной форме законы Кирхгофа для произвольной операторной схемы.

14. Запишите формулы для прямого и обратного преобразования Фурье. Запишите формулу для расчета энергии непериодического сигнала.

15. Выведите формулу для комплексного коэффициента передачи дифференцирующей цепи, составленной из последовательно соединенных элементов r , C . Определите амплитудно-частотную и фазо-частотную характеристики этой цепи.

16. Выведите формулу для комплексного коэффициента передачи интегрирующей цепи, составленной из последовательно соединенных элементов r , C . Определите амплитудно-частотную и фазо-частотную характеристики этой цепи.

Рейтинг-контроль №3

1. Укажите характерные нелинейности и графические характеристики типичных нелинейных элементов электрических и магнитных цепей.

2. Укажите на конкретном примере порядок расчета неразветвленных электрических цепей с последовательным соединением двух нелинейных элементов.

3. Укажите на конкретном примере порядок расчета электрической цепи с параллельным соединением двух ветвей с

нелинейными элементами.

4. Укажите на конкретном примере порядок расчета электрической цепи с последовательно-параллельным соединением линейных и нелинейных элементов.

5. Запишите соответствия между электрическими и магнитными величинами, а также соответствующие формулы для расчета магнитного сопротивления для участка магнитной цепи с равномерным и неравномерным магнитным полем.

6. Запишите законы Кирхгофа для магнитной цепи.

7. Запишите порядок расчета неразветвленной магнитной цепи при прямой задаче (задан магнитный поток) и при обратной задаче (задана намагничивающая сила).

8. Какие характеристики нелинейных элементов используют при переменных напряжениях и токах. Объясните особенности инерционных и безинерционных нелинейных элементов.

9. Объясните термин «аппроксимация» характеристик нелинейных элементов. Какие виды аппроксимации таких элементов используют при расчетах нелинейных цепей.

10. Объясните сущность метода гармонического баланса при расчете нелинейных цепей и запишите соответствующее исходное уравнение и его решение.

11. Объясните суть метода эквивалентных синусоид на примере расчета режима работы катушки с ферромагнитным сердечником. Нарисуйте векторную диаграмму такой катушки.

12. Нарисуйте схему замещения катушки с ферромагнитным сердечником.

13. Нарисуйте векторную диаграмму трансформатора с ферромагнитным сердечником.

14. Изобразите схему замещения трансформатора с ферромагнитным сердечником.

15. Нарисуйте схему однополупериодного выпрямителя и для такой схемы с гармоническим источником напряжения, идеальным вентилем и активным сопротивлением r ; определите средние и действующие значение тока.

16. Объясните почему в электрической цепи с гармоническим источником напряжения, идеальным вентилем и активным

сопротивлением r коэффициент мощности $\cos\varphi_{\text{эка}} < 1$.

17. Изобразите вольтамперную характеристику опорного диода (стабилитрона), укажите рабочий участок этой характеристики и простейшую схему для стабилизации или одностороннего ограничения.

Экзаменационные вопросы

1. Три схемы включения транзистора. Матрица сопротивлений Z транзистора, включенного по схеме с общей базой.
2. Уравнения четырехполюсника в форме Z и в форме Y .
3. Уравнения четырехполюсника в форме H и в форме A .
4. Каким соотношением связаны коэффициенты уравнений в форме A для взаимных цепей? Какой четырехполюсник называют симметричным?
5. Эквивалентные схемы четырехполюсников, удовлетворяющие уравнениям в форме Z и форме Y .
6. Входное сопротивление четырехполюсника при прямом питании (со стороны входных зажимов); входное сопротивление четырехполюсника при обратном питании (со стороны выходных зажимов).
7. Определение входного сопротивления четырехполюсника и формула для его расчета через коэффициенты уравнений в форме A .
8. Характеристическое сопротивление и коэффициент передачи четырехполюсника.
9. Сигнальные графы четырехполюсников в форме A и Z .
10. Сигнальные графы четырехполюсников в форме U и Y .
11. Ряд Фурье для периодического несинусоидального напряжения в виде суммы слагаемых с начальными фазами и в виде суммы слагаемых без начальных фаз.
12. Формула для расчета действующего значения несинусоидального периодического тока и формула для расчета активной мощности при периодических несинусоидальных токах и напряжениях.
13. Определения для коэффициентов формы, коэффициента амплитуды и коэффициента искажения несинусоидальной периодической функции (напряжения, тока).
14. Ряд Фурье в комплексной форме.

15. Классический метод расчета переходных процессов. Правила коммутации.
16. Определение свободной составляющей переходного процесса при простых корнях характеристического уравнения электрической цепи.
17. Порядок расчета переходных процессов классическим методом.
18. Единичная функция и дельта-функция и связь между этими функциями. Связь между переходной и импульсной характеристиками цепи.
19. Формулы для расчета тока $i(t)$ в цепи при воздействии напряжения произвольной формы при нулевых и не нулевых начальных условиях.
20. Законы (правила) коммутации для схем содержащих емкостные контуры и индуктивные сечения.
21. Применение теоремы разложения для расчета переходных процессов в электрических цепях.
22. Последовательная и параллельная операторные эквивалентные схемы индуктивности; последовательная и параллельная операторные эквивалентные схемы емкости.
23. Матричная форма закон Ома для изображений напряжений и токов для произвольной операторной схемы. Матричная форма законов Кирхгофа.
24. Формулы для прямого и обратного преобразования Фурье. Формула для расчета энергии непериодического сигнала.
25. Формула для комплексного коэффициента передачи дифференцирующей цепи из последовательно соединенных элементов r , C . Амплитудно- частотная и фазо-частотная характеристики этой цепи.
26. Формула для комплексного коэффициента передачи интегрирующей цепи из последовательно соединенных элементов r , C . Амплитудно-частотная и фазо-частотная характеристики этой цепи.
27. Характерные нелинейности и графические характеристики типичных нелинейных элементов электрических и магнитных цепей.
28. Расчет неразветвленных электрических цепей с последовательным соединением ветвей с нелинейными элементами.
29. Расчет электрической цепи с параллельным соединением ветвей с нелинейными элементами.

30. Расчет электрической цепи с последовательно-параллельным соединением линейных и нелинейных элементов.
31. Соответствия между электрическими и магнитными величинами при расчетах электрических и магнитных цепей.
32. Законы Кирхгофа для магнитной цепи.
33. Расчет неразветвленных и разветвленных магнитных цепей.
34. Характеристики нелинейных элементов при переменных напряжениях и токах. Инерционные и безинерционные нелинейные элементы.
35. Аппроксимация характеристик нелинейных элементов и её виды при расчете нелинейных цепей.
36. Метод гармонического баланса при расчете нелинейных цепей.
37. Применение метода эквивалентных синусоид при расчете режима работы катушки с ферромагнитным сердечником. Векторная диаграмма и схема замещения такой катушки.
38. Применение метода эквивалентных синусоид при расчете режима работы трансформатора с ферромагнитным сердечником. Векторная диаграмма и схема замещения трансформатора с ферромагнитным сердечником.
39. Схема однополупериодного выпрямителя с гармоническим источником напряжения, идеальным вентилем и активным сопротивлением r ; расчет среднего и действующего значения тока выпрямителя.
40. Вольтамперная характеристика опорного диода (стабилитрона). Простая схема для стабилизации или одностороннего ограничения входного напряжения.

Вопросы СРС

1. Расчет электрических цепей с невзаимными элементами.
2. Основные уравнения четырехполюсника.
3. Эквивалентные схемы четырехполюсника.
4. Характеристическое сопротивление и коэффициент формы четырехполюсника.
5. Расчет установившихся процессов в цепях с негармоническими периодическими источниками

6. Мощность при несинусоидальных токах и напряжениях.
7. Классический метод расчета переходных процессов в разветвленных цепях.
8. Переходные и импульсные характеристики цепей.
9. Расчет переходных процессов при воздействии источников эдс и тока произвольной формы.
10. Уравнения электрических цепей в операторной форме.
11. Расчет переходных напряжений и токов операторным методом.
12. Преобразование Фурье и спектральные характеристики.
13. Применение преобразования Фурье к расчету переходных процессов.
14. Графический метод расчета цепей с последовательным соединением линейных и нелинейных элементов.
15. Графический метод расчета цепей с параллельным соединением линейных и нелинейных элементов.
16. Графический метод расчета цепей с последовательно-параллельным соединением линейных и нелинейных элементов.
17. Уравнения состояния магнитных цепей и аналогия с электрическими цепями.
18. Графические методы расчета неразветвленных и разветвленных магнитных цепей.
19. Аналитические методы расчета нелинейных цепей при переменных токах и напряжениях.
20. Векторная диаграмма и схема замещения катушки с ферромагнитным сердечником.
21. Векторная диаграмма и схема замещения трансформатора с ферромагнитным сердечником.

Пятый семестр

Рейтинг-контроль № 1

1. Что называется электромагнитным, электрическим и магнитным полем?
2. Что называют вектором напряжённости электрического поля?
3. Что называют вектором магнитной индукции?
4. Какая сила (количественно) действует в магнитном поле на

криволинейный и прямолинейный проводник?

5. В некоторой точке наблюдения напряжённость электрического поля равна 1 В/м . Что это значит?

6. В некоторой точке наблюдения магнитная индукция равна 1 Тл . Что это значит?

7. Какими физическими величинами количественно характеризуется электромагнитное поле? Как эти величины связаны с напряжённостью электрического поля и с магнитной индукцией, если точка наблюдения находится в вакууме?

8. Назовите первичные физические источники электромагнитного поля.

9. Какие типы электрических токов существуют в природе? Как они количественно выражаются?

10. Что такое электрический диполь и какой физической величиной он характеризуется?

11. Что такое магнитный диполь и какой физической величиной он характеризуется?

12. Что такое электрическая поляризованность вещества? Как она количественно выражается?

13. Что такое намагниченность вещества? Как она количественно выражается?

14. Дайте общее определение электрического смещения.

15. Дайте общее определение напряжённости магнитного поля.

16. Что такое объёмная плотность электрического заряда.

17. Что такое плотность тока?

18. Сформулируйте закон полного тока в интегральной форме.

19. Сформулируйте закон электромагнитной индукции в интегральной форме.

20. Чему равен поток вектора электрического смещения через замкнутую поверхность?

21. Сформулируйте закон непрерывности линий магнитной индукции в интегральной форме.

22. Сформулируйте закон полного тока в дифференциальной форме. Прокомментируйте компоненты плотности полного тока.

23. Сформулируйте закон электромагнитной индукции в дифференциальной форме.

24. Сформулируйте закон непрерывности линий магнитной индукции в дифференциальной форме.

25. Сформулируйте закон, количественно выражающий истоки векторного поля электрического смещения в дифференциальной форме.

26. Как описываются в общем случае статические диэлектрические и магнитные свойства вещества?

27. Какие допущения обычно принимаются при техническом описании диэлектрических и магнитных гистерезисных свойств вещества?

28. Запишите общий вид линеаризованной формы уравнений материальной связи, описывающих диэлектрические и магнитные свойства вещества.

29. Запишите и прокомментируйте линейную форму уравнения материальной связи, описывающего электропроводящие свойства вещества.

30. Сколько энергии на единицу объёма нужно затратить, чтобы перевести точку наблюдения Q из состояния $(E = 0, D = 0)$ в состояние $(E(Q, t), D(Q, t))$?

31. Сколько энергии на единицу объёма нужно затратить, чтобы перевести точку наблюдения Q из состояния $(H = 0, B = 0)$ в состояние $(H(Q, t), B(Q, t))$?

32. Чему равна объёмная плотность энергии электромагнитного поля? Чему равна обратимая составляющая этой плотности энергии?

33. Чему равна объёмная плотность мощности тепловых потерь от токов проводимости?

34. Чему равна объёмная плотность мощности сторонних источников электромагнитного поля?

35. Как ведёт себя вектор напряжённости магнитного поля на поверхности раздела сред?

36. Как ведёт себя вектор напряжённости электрического поля на поверхности раздела сред?

37. Как ведёт себя вектор электрического смещения на поверхности раздела сред?

38. Как ведёт себя вектор магнитной индукции на поверхности раздела сред?

39. Из какого закона следует закон сохранения заряда в

дифференциальной форме и как он записывается?

40. Сформулируйте закон сохранения заряда в интегральной форме.

41. Как ведёт себя вектор полной плотности тока на поверхности раздела сред?

42. Как ведёт себя вектор плотности тока проводимости на поверхности раздела сред, если в анализируемой системе отсутствуют сторонние электрические токи?

43. Чему равна электромагнитная мощность, излучаемая некоторым объёмом в окружающее пространство?

44. Запишите общий вид уравнения баланса электромагнитных мощностей для некоторого объёма.

45. Чему равна плотность потока электромагнитной мощности? Какой физической величиной она характеризуется?

Рейтинг-контроль №2

1. Что называют электростатическим полем?

2. Запишите уравнения электростатики в дифференциальной форме.

3. Как ведёт себя вектор напряжённости электрического поля в электростатическом поле на границе двух диэлектриков.

4. Как ведёт себя вектор электрического смещения в электростатическом поле на границе двух диэлектриков.

5. Как ведут себя векторы электрического поля в электростатическом поле на границе раздела проводника и диэлектрика?

6. Как выражается напряжённость электрического поля в электростатическом поле через скалярный электрический потенциал?

7. Запишите линейное уравнение электростатики относительно скалярного электрического потенциала.

8. Как формулируется скалярная краевая задача анализа электростатического поля?

9. Чему равна энергия системы заряженных проводников в электростатическом поле?

10. Запишите фундаментальное решение уравнения электростатики для скалярного электрического потенциала и для

напряжённости электрического поля.

11. Как выражается распределение скалярного электрического потенциала через известное распределение зарядов и поляризованности вещества?

12. Математически опишите поле электрического диполя.

13. Математически опишите поле бесконечно длинной заряженной оси.

14. Запишите формулу для распределения скалярного электрического потенциала вокруг системы двух разноимённо заряженных параллельных бесконечно длинных осей.

15. Докажите, что поверхности равного потенциала поля двух разноимённо заряженных параллельных бесконечно длинных осей представляют собой цилиндры с осями, параллельными электрическим осям. Запишите формулы для координат осей и радиусов этих цилиндров.

16. Запишите формулу для определения ёмкости коаксиального кабеля на единицу длины.

17. Как рассчитывается ёмкость «коаксиального» кабеля со смещённой жилой на единицу длины?

18. Как рассчитывается ёмкость двухпроводной линии с цилиндрическими проводами разного радиуса?

19. Как рассчитывается ёмкость двухпроводной линии с цилиндрическими проводами одинакового радиуса?

20. Как рассчитывается ёмкость системы цилиндр - плоскость (на единицу длины)?

21. Как рассчитываются потенциальные коэффициенты проводников двухпроводной линии с учётом влияния земли?

22. Как рассчитываются ёмкостные коэффициенты проводников двухпроводной линии с учётом влияния земли?

23. Как рассчитываются частичные ёмкости проводников двухпроводной линии с учётом влияния земли?

24. Как рассчитывается рабочая ёмкость двухпроводной линии с учётом влияния земли?

25. Что называют потенциальными коэффициентами системы проводников в электростатическом поле?

26. Что называют ёмкостными коэффициентами системы проводников в электростатическом поле?

27. Что называют частичными ёмкостями системы проводников в электростатическом поле?

28. Запишите уравнения постоянного электрического поля в проводящей среде в дифференциальной форме.

29. Как ведёт себя вектор напряжённости электрического поля на границе раздела проводников, если в анализируемой системе имеются сторонние источники ЭДС?

30. Как ведёт себя вектор плотности тока проводимости на границе раздела проводников, если в анализируемой системе имеются сторонние источники тока?

31. Как ведёт себя вектор плотности тока проводимости на границе раздела проводников, если в анализируемой системе имеются сторонние и внешние источники тока?

32. Запишите соотношения, характеризующую аналогию постоянного электрического поля в проводящей среде и электростатического поля в диэлектрике.

33. Расскажите об особенностях электрического поля в диэлектрике вблизи проводника с током.

34. Расскажите об особенностях расчёта постоянного электрического поля в несовершенных изолирующих средах.

35. Сформулируйте основные законы магнитостатики в интегральной форме.

36. Сформулируйте основные законы магнитостатики в дифференциальной форме.

37. Что называют магнитными полюсами?

37. Запишите линеаризованное уравнение материальной связи между векторами магнитной индукции и напряжённости магнитного поля.

38. Чему равна обратимая составляющая объёмной плотности энергии магнитостатического поля?

39. Как ведёт себя вектор напряжённости магнитного поля на границе раздела сред в магнитостатическом поле?

40. Как ведёт себя вектор магнитной индукции на границе раздела сред в магнитостатическом поле?

41. Что такое векторный магнитный потенциал? Запишите уравнение магнитостатики относительно векторного магнитного

потенциала.

42. Сформулируйте векторную краевую задачу магнитостатики.
43. Запишите формулу для распределения векторного магнитного потенциала вокруг элемента тока.
44. Запишите формулу для распределения напряжённости магнитного поля вокруг элемента тока.
45. Как выражается магнитный поток через векторный магнитный потенциал.
46. Как выражается энергия магнитного поля через векторный магнитный потенциал?
47. Что называют магнитным потокоцеплением?
48. Что называют индуктивностью контура и взаимной индуктивностью двух контуров?
49. Запишите формулу для расчёта взаимной индуктивности двух контуров, если они находятся в бесконечной линейной однородной среде.
50. Запишите формулу для расчёта индуктивности двухпроводной линии с цилиндрическими проводами одинакового радиуса.
51. Как рассчитывается магнитостатическое поле в коаксиальном кабеле?
52. Запишите формулу для расчёта распределения напряжённости магнитного поля вдоль оси круглого контура с током.
53. Запишите формулу для расчёта распределения напряжённости магнитного поля вдоль оси цилиндрического соленоида с током.
54. Запишите формулу для расчёта распределения напряжённости магнитного поля вдоль оси цилиндрической катушки с конечной толщиной токового слоя.
55. Как в общем случае выражается распределение напряжённости магнитного поля через скалярный магнитный потенциал?
56. Запишите линейное уравнение магнитостатики относительно скалярного магнитного потенциала.
57. Сформулируйте скалярную краевую задачу магнитостатики.

Рейтинг-контроль №3

1. Расскажите о принципе действия магнитных экранов.

2. Запишите пространственное интегральное уравнение магнитостатики относительно вектора намагниченности вещества.
3. Используя теорему Умова-Пойнтинга, выведите соотношение, определяющее мощность, передаваемую по двухпроводной линии постоянного тока.
4. Что называют переменным гармоническим электромагнитным полем?
5. Что называют комплексной амплитудой гармонически изменяющегося вектора в пространстве?
6. Что называют комплексным действующим значением гармонически изменяющегося вектора в пространстве?
7. Как выражается мгновенное значение вектора в пространстве через его комплексные представления?
8. Запишите уравнения Максвелла в комплексной форме.
9. Запишите уравнения материальной связи в комплексной форме.
10. Чему равна комплексная электромагнитная мощность, излучаемая некоторым объёмом в окружающее пространство?
11. Запишите уравнение баланса комплексных электромагнитных мощностей для некоторого объёма в пространстве.
12. Чему равна плотность потока комплексной электромагнитной мощности? Какой физической величиной она характеризуется?
13. Что называют комплексной диэлектрической проницаемостью вещества в гармоническом электромагнитном поле? Какими параметрами она характеризуется?
14. Что называют комплексной магнитной проницаемостью вещества в гармоническом электромагнитном поле? Какими параметрами она характеризуется?
15. Что такое комплексная удельная электрическая проводимость вещества на фиксированной частоте?
16. Что называют комплексной эффективной диэлектрической проницаемостью вещества на фиксированной частоте?
17. Что такое векторный магнитный и скалярный электрический потенциалы и как они вводятся в модели гармонических электромагнитных полей?
18. Запишите общую систему уравнений математической физики

относительно векторного магнитного и скалярного электрического потенциалов для гармонического электромагнитного поля.

19. Запишите векторное и скалярное уравнения Даламбера для однородной среды. Чему равна фазовая скорость распространения электромагнитной волны?

20. Запишите векторное и скалярное волновые уравнения для однородной среды. Чему равна пространственная частота электромагнитной волны?

21. Запишите формулы, определяющие распределение векторного магнитного и скалярного электрического потенциалов вокруг элементарного электрического излучателя (излучателя Герца).

22. Запишите формулы, определяющие распределение векторного магнитного и скалярного электрического потенциалов вокруг элементарного магнитного излучателя (излучателя Фицджеральда).

23. Что называют поверхностным эффектом и эффектом близости?

24. Какими уравнениями описывается распространение плоской волны в однородном проводящем полупространстве?

25. Какими соотношениями описывается распределение напряжённости электрического и магнитного поля при поверхностном эффекте в проводящем полупространстве?

26. Чему равен волновой импеданс проводника на фиксированной частоте и глубина проникновения электромагнитного поля в проводящее полупространство при поверхностном эффекте?

27. Какими соотношениями описывается поверхностный эффект в проводящем полупространстве?

28. Чему равна мощность потерь энергии на вихревые токи при синусоидальном перемагничивании плоской проводящей пластины?

29. Какими уравнениями описывается поверхностный эффект в круглом проводе?

30. Запишите формулы, описывающие распределение напряжённости электрического и магнитного поля, а также плотности тока проводимости в цилиндрическом проводнике при протекании по нему гармонического электрического тока.

Экзаменационные вопросы

1. Определение электромагнитного поля. Математический аппарат теории электромагнитного поля.
2. Физические величины, характеризующие электромагнитное поле.
3. Пространственные дифференциальные операторы в теории электромагнитного поля.
4. Интегральные теоремы, применяемые в теории электромагнитного поля.
5. Уравнения теории электромагнитного поля в интегральной форме.
6. Уравнения Максвелла для неподвижных сред.
7. Соотношение между векторами поля и электрофизическими свойствами среды.
8. Энергия электромагнитного поля.
9. Граничные условия для векторов ЭМП.
10. Закон сохранения заряда.
11. Теорема Умова-Пойнтинга.
12. Основные уравнения электростатики.
13. Граничные условия для векторов электростатического поля.
14. Скалярный электрический потенциал. Краевая задача анализа электростатического поля.
15. Энергия системы заряженных проводников.
16. Метод изображений.
17. Фундаментальное решение уравнений Пуассона и Лапласа применительно к электростатике.
18. Поле электрического диполя.
19. Поле бесконечно длинной равномерно заряженной оси.
20. Поле двух бесконечно длинных разноимённо заряженных осей.
21. Поле и ёмкость параллельных цилиндров с несовпадающими осями.
22. Поле и ёмкость системы цилиндр-плоскость.
23. Поле и ёмкость двухпроводной линии.

24. Поле и ёмкость двухпроводной линии с учётом влияния земли.
25. Распределение зарядов и потенциалов в системе заряженных проводников, потенциальные и ёмкостные коэффициенты, частичные ёмкости.
26. Принцип действия электростатических экранов.
27. Законы постоянного электрического поля в проводящей среде.
28. Граничные условия для векторов электрического поля постоянного тока.
29. Аналогия между электрическим полем постоянного тока в проводнике и электростатическим полем в диэлектрике.
30. Электрическое поле в диэлектрике вблизи проводника стоком.
31. Электрическое поле в несовершенных изолирующих средах.
32. Электрическое моделирование физических полей.
33. Уравнения магнитостатического поля в интегральной форме.
34. Уравнения магнитостатического поля в дифференциальной форме.
35. Граничные условия для векторов магнитного поля.
36. Уравнения магнитостатики относительно векторного потенциала.
37. Краевая задача магнитостатики для неоднородных сред.
38. Магнитное поле элемента тока.
39. Выражение магнитного потока и энергии магнитного поля через векторный потенциал.
40. Потокосцепление. Собственная и взаимная индуктивность.
41. Распределение векторного потенциала в случае одиночного провода круглого сечения.
42. Магнитное поле и индуктивность коаксиального кабеля.
43. Магнитное поле круглого контура с током и соленоида.
44. Уравнение магнитостатики относительно скалярного магнитного потенциала.
45. Магнитное экранирование.
46. Пространственные интегральные уравнения в

магнитостатике.

47. Мощность, передаваемая по двухпроводной линии постоянного тока.
48. Комплексное представление синусоидально изменяющихся векторных величин.
49. Уравнения Максвелла в комплексной форме.
50. Теорема Умова-Пойнтинга в комплексной форме.
51. Комплексные параметры электрофизических свойств среды и их учет в уравнениях материальной связи.
52. Системы электродинамических потенциалов и уравнения математической физики для гармонического ЭМП.
53. Излучатель Герца.
54. Элементарный магнитный излучатель.
55. Понятие о поверхностном эффекте и эффекте близости.
56. Плоская волна в однородном проводнике (в проводящем полупространстве).
57. Поверхностный эффект в проводящей пластине.
58. Поверхностный эффект в круглом проводе.

Вопросы СРС

1. Физические величины, количественно характеризующие электромагнитное поле.
2. Закон полного тока в интегральной форме.
3. Закон электромагнитной индукции в интегральной форме.
4. Закон сохранения заряда в интегральной форме.
5. Закон непрерывности линий магнитной индукции в интегральной форме.
6. Закон полного тока в дифференциальной форме.
7. Закон электромагнитной индукции в дифференциальной форме.
8. Закон сохранения заряда в дифференциальной форме.
9. Закон непрерывности линий магнитной индукции в дифференциальной форме.
10. Граничные условия для векторов электромагнитного поля.
11. Уравнения электростатики в дифференциальной форме.
12. Уравнения Пуассона и Лапласа.

13. Граничные условия в электростатическом поле.
14. Теорема единственности.
15. Поле электрического диполя.
16. Поле и ёмкость двухпроводной линии с учетом влияния земли.
17. Задачи Сирла.
18. Метод интегральных уравнений.
19. Метод разделения переменных
20. Метод комплексного потенциала.
21. Закон Ома в дифференциальной форме.
22. Законы Кирхгофа в дифференциальной форме.
23. Закон Джоуля-Ленца в дифференциальной форме.
24. Уравнения магнитного поля в интегральной и дифференциальной форме
25. Граничные условия для векторов магнитного поля.
26. Векторный потенциал магнитного поля
27. Собственная и взаимная индуктивности.
28. Скалярный потенциал магнитного поля.
29. Метод интегральных уравнений в магнитном поле.
30. Метод конечных разностей (метод сеток).
31. Уравнения электромагнитного поля в комплексной форме (уравнения Максвелла).
32. Теорема Умова -Пойнтинга в комплексной форме
32. Плоская волна в однородном диэлектрике.
33. Плоская гармоническая волна в однородном проводнике.
34. Поверхностный эффект в пластине.
35. Поверхностный эффект в круглом проводе.
36. Дифференциальные уравнения для потенциалов электромагнитного поля.
37. Элементарный электрический излучатель.
38. Элементарный магнитный излучатель.
39. Квазистационарное поле. Законы Кирхгофа для мгновенных значений.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

Евсеев М.Е. Теоретические основы электротехники [Электронный ресурс] учебное пособие / М.Е. Евсеев. - СПб. : Политехника, 2015. <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785732502732.html>. - Электронное издание на основе: Теоретические основы электротехники: Учебное пособие. СПб.: Политехника, 2015. - 380 с: ил. - ISBN 978-5-7325-0273-2.

Калинин, Евгений Авенирович. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине "Теоретические основы электротехники": в 2 ч./ Е. А. Калинин, С. А. Сбитнев; Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых (ВлГУ), Кафедра электротехники и электроэнергетики. - Владимир: Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых (ВлГУ), 2014 — Ч. 1: Основы теории электрических цепей, 2014. - 60 с. : ил., табл. - Библиогр.: с. 59.

Калинин, Евгений Авенирович. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине "Теоретические основы электротехники": в 2 ч./ Е. А. Калинин, С. А. Сбитнев; Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых (ВлГУ), Кафедра электротехники и электроэнергетики. - Владимир: Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых (ВлГУ), 2014-2016. - Ч. 2: Установившиеся и переходные процессы в электрических цепях, 2016. - 49 с. : ил., табл. - Библиогр.: с. 48.

Теория электрических цепей: Учебное пособие / В.И. Никулин. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ Инфра-М, 2013. - 240 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (переплет) ISBN 978-5-369-01179-9, 1000 экз. <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=363299>.

Теоретические основы электротехники: Учебник / Е.А. Лоторейчук. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 320 с.: ил.; 60x90 1/16. - (Профессиональное образование), (переплет) ISBN 978-5-8199-0040-6. - <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=405102>.

Дополнительная литература

Баринов И.Н. "Сборник задач для углубленного изучения курса "Теоретические основы электротехники" [Электронный ресурс] : Учеб. пособие / И.Н. Баринов, В.Н. Енин, С.С. Николаев. - М. : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2011." - http://www.studentlibrary.ru/book/bauman_0481.html. - Электронное издание на основе: Баринов И.Н. Сборник задач для углубленного изучения курса "Теоретические основы электротехники" : учеб. пособие / И.Н. Баринов, В.Н. Енин, С.С. Николаев. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. - 71, [1] с. : ил..

В.И. Волченсков, Г.Ф. Дробышев. "Расчет линейных цепей постоянного тока: метод, указания к выполнению домашнего задания по курсу "Электротехника и электроника" [Электронный ресурс] / В.И. Волченсков, Г.Ф. Дробышев. - М. : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2011." http://www.studentlibrary.ru/book7bauman_0350.html. - Электронное издание на основе: Расчет линейных цепей постоянного тока : метод, указания к выполнению домашнего задания по курсу "Электротехника и электроника" / В.И. Волченсков, Г.Ф. Дробышев. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011.-32 с. : ил..

И.А. Тарасенко. Расчет магнитных цепей при постоянных магнитных потоках [Электронный ресурс] : Учеб. пособие / И.А. Тарасенко. - М. : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2010.

http://www.studentlibrary.ru/book/bauman_0588.html. - Электронное издание на основе: Расчет магнитных цепей при постоянных магнитных потоках : учеб. пособие / И.А. Тарасенко. - М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010. - 18, [2] с. : ил..

И.Н. Фетисов; под ред. И.В. Кириллова. "Потенциальное электрическое поле: метод, указания к выполнению лабораторной работы по курсу общей физики [Электронный ресурс] / И.Н. Фетисов; под ред. И.В. Кириллова. - М. : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2013." <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785703837252.html>. - Электронное издание на основе: Потенциальное электрическое поле : метод, указания к выполнению лабораторной работы по курсу общей физики / И. Н. Фетисов ; под ред. И. В. Кириллова. - М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2013.-23, [5] с. : ил. - ISBN 978-5-7038-3725-2.

И.Н. Фетисов; под ред. О.С. Литвинова. "Вихревое электрическое поле: метод, указания к выполнению лабораторной работы по курсу общей физики [Электронный ресурс] / И.Н. Фетисов; под ред. О.С. Литвинова. - М. : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2013.

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785703837269.html>.

Электронное издание на основе: Вихревое электрическое поле : метод, указания к выполнению лабораторной работы по курсу общей физики / И. Н. Фетисов ; под ред. О. С. Литвинова. - М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2013. - 21, [7] с. : ил. - ISBN 978-5-7038-3726-9.

И.Н. Фетисов; под ред. А.В. Семиколенова. "Изучение магнитной цепи: метод, указания к выполнению лабораторной работы по курсу общей физики [Электронный ресурс] / И.Н. Фетисов; под ред. А.В. Семиколенова. - М. : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2012."

http://www.studentlibrary.ru/book/bauman_0238.html. - Электронное издание на основе: Изучение магнитной цепи : метод, указания к выполнению лабораторной работы по курсу общей физики / И.Н. Фетисов; под ред. А.В. Семиколенова. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. - 25, [3] с. : ил..

Л.А. Лунева, С.Н. Тараненко. "Электростатика. Магнитостатика. Электромагнитная индукция: метод, указания к выполнению домашнего задания по курсу общей физики [Электронный ресурс] / Л.А. Лунева, С.Н. Тараненко, А.В. Козырев, В.Г. Голубев, А.В. Купавцев; под ред. А.М. Макарова. - М. : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2011."

http://www.studentlibrary.ru/book7bauman_0441.html. — Электронное издание на основе: Электростатика. Магнитостатика. Электромагнитная индукция : метод, указания к выполнению домашнего задания по курсу общей физики / Л.А. Лунева, С.Н. Тараненко, А.В. Козырев, В.Г. Голубев, А.В. Купавцев : под ред. А.М. Макарова. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. - 55, [1] с. : ил..

Программное обеспечение (ПО) и Internet-ресурсы

При изучении данной дисциплины используется следующее лицензионное ПО:

- 1) Система инженерных и научных расчётов MATLAB;
- 2) Программный комплекс MathCad;
- 3) Программный комплекс COMSOL Multiphysics для

моделирования физических полей.

Internet-ресурсы:

- 1) Образовательный математический сайт exponenta.ru;
- 2) Сайт сообщества пользователей системы MATLAB matlab.exponenta.ru.

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Лабораторное оборудование.

Лабораторные работы по дисциплине «Теоретические основы электротехники» (ТОЭ) проводятся в двух специализированных лабораториях: 522/3 «Электрические цепи» и 512/3 «Электромагнитное поле». Лабораторные работы по теории линейных и нелинейных электрических цепей дисциплины ТОЭ проводятся в 3-м и 4-м семестрах в лаборатории 522/3. Эта лаборатория оборудована шестью универсальными лабораторными стендами ОЭ-С-К производства фирмы «Учприбор» (г. Челябинск). Каждый из этих стендов снабжен персональным компьютером. Компьютер каждого стенда шлейфом соединен с макетом электрической цепи, собираемой из типовых электрических и электронных элементов. Компьютер стенда выполняет роли универсального измерительного прибора и вычислителя. На компьютеризированных стендах фронтальным методом выполняются циклы лабораторных работ по всем основным разделам теории линейных и нелинейных электрических цепей.

Лабораторные работы по теории электромагнитного поля дисциплины ТОЭ проводятся в специализированной лаборатории 512/3 в 5-м семестре. В этой лаборатории имеется пять лабораторных стендов, изготовленных преподавателями и сотрудниками кафедры ЭТЭн. На этих стендах проводятся лабораторные работы по основным разделам теории электромагнитного поля: электростатическое поле коаксиального кабеля, электрическое поле постоянного тока в плоском проводящем листе с разрезом, магнитное поле цилиндрической катушки, взаимная индуктивность крупных и прямоугольных катушек, исследование магнитного и электромагнитного экранирования.

Средства вычислительной техники и демонстрационное
оборудование.

Кафедра «Электротехника и электроэнергетика» ЭТЭн имеет в оперативном подчинении компьютерный класс 519/3 содержащий 15 современных персональных компьютеров и набор современной оргтехники (принтеры, сканеры, ксероксы). Кафедра ЭТЭн имеет две специализированные лекционные аудитории, снабженные персональными компьютерами, проекторами и интерактивными досками. Кафедра имеет специализированную лабораторию 522/3 с шестью компьютеризированными лабораторными стендами. Это оборудование используется для лекционных, практических и лабораторных занятий. Все эти виды занятий обеспечиваются также необходимыми лицензионными программными комплексами MATLAB и COMSOL Muliphysics.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 13.03.02-электроэнергетика и электротехника

Рабочую программу составил Сбитнев С.А

- Рецензент: технический директор ООО «Энергетика технологий»
Хромов Н.С.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры электротехники и электроэнергетики

Протокол № 14 от 24.06.2016 года

Заведующий кафедрой ЭтЭн С.А. Сбитнев

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 13.03.02-электроэнергетика и электротехника

Протокол № 14 от 24.06.2016 года

Председатель комиссии

С.А. Сбитнев

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой


Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
Факультет радиофизики, электроники и медицинской техники
Кафедра электротехники и электроэнергетики

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой


подпись

С.А.Сбитнев
инициалы, фамилия

« 02 » 10 2015

Основание:
решение кафедры
от « 02 » 10 2015

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ
ПРИ ИЗУЧЕНИИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Теоретические основы электротехники

наименование дисциплины

13.03.02-электроэнергетика и электротехника

код и наименование направления подготовки

Электроснабжение

наименование профиля подготовки

Бакалавриат

Уровень высшего образования

Владимир, 2013

ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств (ФОС) для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине «Теоретические основы электротехники» разработан в соответствии с рабочей программой, входящей в ОПОП направления подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», профиль подготовки «Электроснабжение»

Комплект оценочных средств по дисциплине «Теоретические основы электротехники» предназначен для аттестации обучающихся на соответствие их персональных достижений поэтапным требованиям образовательной программы, в том числе рабочей программы данной дисциплины, для оценивания результатов обучения: знаний, умений, владений и уровня приобретенных компетенций.

Комплект оценочных средств по дисциплине «Теоретические основы электротехники» включает:

1. Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости:

– комплекты вопросов для рейтинг-контролей по семестрам обучения для оценки знаний фактического материала (базовые понятия, физические закономерности, аналитические выводы, технические решения) и умения правильно использовать специальные термины, понятия и методы исследования электроэнергетических объектов и процессов в рамках определенного раздела дисциплины;

- результаты собеседования по результатам выполнения курсовой работы

2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме контрольных вопросов для проведения экзамена,

Перечень компетенций, формируемых в процессе изучения дисциплины «Теоретические основы электротехники» при освоении образовательной программы по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

ОК-5 способность к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия		
Знать	Уметь	Владеть
Знать правила коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия	Уметь применять правила коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия	-Средствами коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия
ОК-6 способность работать в команде, толерантно воспринимая социальные и культурные различия		
Знать	Уметь	Владеть
Особенности работы в команде, имеющей социальные и культурные различия	- Учитывать особенности менталитета членов коллектива различного	- Навыками работы в команде, толерантно

	социального и культурного уровня -	воспринимаемая социальные и культурные различия её членов.
ОК-7 способность к самоорганизации и самообразованию		
Знать	Уметь	Владеть
Правила планирования рабочего времени на текущий период и долгосрочную перспективу.	-Использовать различные виды информации в профессиональной сфере и современные технические средства для самообразования -	- Современными способами самоорганизации и самообразования в сфере профессиональной деятельности
ОПК-2 способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач		
Знать	Уметь	Владеть
Соответствующие разделы физики и математики, относящиеся к сфере профессиональной деятельности	Применять соответствующие физико-математические закономерности для анализа и моделирования, физических процессов в профессиональной деятельности	Методами теоретического моделирования и экспериментального исследования при решении профессиональных задач
ОПК-3. способность использовать методы анализа и моделирования электрических цепей *		
Знать	Уметь	Владеть
Знать современные матричные методы расчета установившихся и переходных процессов в электрических	- Выбирать оптимальные теоретические методы и экспериментального исследования при решении профессиональных задач -	- Навыками выбора теоретических методов и технических приемов решения задач электроэнергетики
ПК-1 способность участвовать в планировании, подготовке и выполнении типовых экспериментальных исследований по заданной методике		
Знать	Уметь	Владеть
Способы и методы планирования и постановки задачи исследования объектов электроэнергетики	Выбирать методы теоретических исследований и экспериментальной работы	Навыками интерпретирования и представления результатов научных исследований
ПК-2 способность обрабатывать результаты экспериментов		

<i>Знать</i>	<i>Уметь</i>	<i>Владеть</i>
Современные методы теоретических и экспериментальных исследований в области электроэнергетики	Применять современные методы теоретических и экспериментальных исследований в области электроэнергетики	Современными методами теоретических (приоритет-методы теоретической электротехники) и экспериментальных исследований в области электроэнергетики
ПК-5 способность рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности		
<i>Знать</i>	<i>Уметь</i>	<i>Владеть</i>
Способы проведения поиска по источникам патентной информации и определения патентной чистоты разрабатываемых объектов электроэнергетики	Подготавливать первичные материалы к патентованию изобретений	Навыками подготовки материалов для регистрации программ для электронных вычислительных машин и баз данных
ПК-6 способность координировать деятельность членов коллектива исполнителей		
<i>Знать</i>	<i>Уметь</i>	<i>Владеть</i>
Знать методы объективной оценки предлагаемых проектно-конструкторских решений возможные риски при разработке новых технологий и объектов электроэнергетики	-Сопоставлять известные технические решения с новым технологическим решением	- Навыками сравнения предлагаемых проектно-конструкторских и технологических решений с известными альтернативными решениями

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Для текущего контроля успеваемости применяется рейтинг-контроль, проводимый в форме письменных ответов на вопросы по темам лекционных занятий на 6-й, 12-й и 18-й неделях в каждом из трёх семестров. Промежуточная аттестация проводится в форме зачета по выполнению курсовой работы (3-й семестр), контрольных работ (4-й и 5-й семестры) и экзаменов в третьем, четвертом и пятом семестрах.

Третий семестр: формируемые компетенции ОК-5, ОК-6, ОК-7; ОПК 2, ОПК-3; ПК-1, ПК 2, ПК-5, ПК-6

6.1 Рейтинг –контроль №1

1. При каком условии параметры элемента электрической цепи считают сосредоточенными?

2. Запишите словесную формулировку принципа взаимности для элемента электрической цепи
3. Запишите словесную формулировку принципа суперпозиции (положения) для линейной электрической цепи.
4. Запишите определение идеального источника э.д.с. и покажите его графическое изображение на схеме.
5. Запишите формулу, связывающую ток и напряжение на зажимах реального источника э.д.с., и покажите его графическое изображение на схеме.
6. Запишите определение идеального источника тока и покажите его графическое изображение на схеме.
7. Запишите формулу, связывающую ток и напряжение на зажимах реального источника тока, и покажите его графическое изображение на схеме.
8. Запишите формулу, связывающую ток и напряжение на зажимах двухполюсного резистивного элемента, и формулу для определения электрической энергии, поступающей в такой элемент
9. Запишите формулу, связывающую напряжение и потокосцепление двухполюсного индуктивного элемента (индуктивности). Запишите подобную формулу для линейной индуктивности.
10. Запишите формулу для определения энергии, поступающей в индуктивность.
11. Запишите формулу, связывающую ток и заряд двухполюсного емкостного элемента (емкости). Запишите подобную формулу для линейной емкости.
12. Запишите формулу для определения энергии, поступающей в емкость.
13. Запишите формулу закона Кирхгофа для произвольного узла электрической цепи и формулу закона Кирхгофа для произвольного контура цепи и соответствующие словесные формулировки этих законов.
14. Запишите определение графа электрической цепи и его подграфов.
15. Запишите определение матрицы соединений (узловой матрицы) и правила составления этой матрицы.
16. Запишите, с использованием узловой матрицы, закон Кирхгофа для токов и формулу, связывающую напряжение ветвей и потенциалы узлов схемы.
17. Запишите определение матрицы контуров и правила составления этой матрицы.
18. Запишите, с использованием матрицы контуров, закон Кирхгофа для напряжений и формулу, связывающую токи ветвей и контурные токи.
19. Изобразите схему ветви электрической цепи, содержащую сопротивление, источник э.д.с. и источник тока и запишите для нее закон Ома в алгебраической форме.
20. Запишите в матричной форме закон Ома для всех ветвей схемы электрической цепи и опишите все слагаемые в этой формуле.
21. На конкретном примере покажите, как исключается из схемы идеальный источник тока, и объясните зачем нужно такое преобразование.
22. На конкретном примере покажите, как исключается из схемы идеальный источник э.д.с. и объясните зачем нужно такое преобразование.
23. Запишите в матричной форме узловые уравнения и покажите в развернутом виде матрицу узловых проводимостей и матрицу узловых токов.
24. Запишите правила составления узловых уравнений в матричной форме.

25. Запишите в матричной форме контурные уравнения и покажите в развернутом виде матрицу контурных сопротивлений и матрицу контурных э.д.с.
26. Запишите правила составления контурных уравнений в матричной форме.

6.2 Рейтинг-контроль №2

1. Запишите в алгебраической форме уравнение баланса мощностей в электрической цепи и объясните слагаемые этого уравнения.
2. Запишите в матричной и алгебраической форме принцип и метод наложения для токов в электрической цепи. Объясните слагаемые этих уравнений.
3. Запишите в матричной и алгебраической форме принцип и метод наложения для напряжений в электрической цепи. Объясните слагаемые этих уравнений.
4. Запишите словесную формулировку теоремы взаимности (теоремы обратимости) для линейной электрической цепи.
5. Запишите словесную формулировку теоремы компенсации для электрической цепи.
6. Запишите формулу для расчета тока ветви по теореме об эквивалентном источнике и нарисуйте соответствующую этой формуле эквивалентную схему.
7. Запишите формулу для расчета напряжения ветви по теореме об эквивалентном источнике и нарисуйте соответствующую этой формуле эквивалентную схему.
8. Какими параметрами определяется синусоидальные токи и напряжения? Почему промышленная частота переменного тока равна 50Гц?
9. Запишите формулу, определяющую э.д.с. генератора гармонической э.д.с., и объясните величины входящие в эту формулу.
10. Запишите формулу для расчета активной мощности, действующего значения тока и напряжения при гармоническом токе в активном сопротивлении «г».
11. Запишите формулы для расчета активного сопротивления реактивной мощности в индуктивности; укажите размерность этой мощности. Изобразите на комплексной плоскости взаимное расположение комплексных действующих значений векторов напряжения и тока в индуктивности.
12. Запишите формулы для расчета реактивного сопротивления и реактивной мощности в емкости; укажите размерность этой мощности. Изобразите на комплексной плоскости взаимное расположение комплексных действующих значений векторов напряжения и тока в емкости.
13. Для схемы с последовательно включенными элементами r, L, C , подключенной к источнику гармонической э.д.с., заданы параметры всех элементов схемы. Запишите формулы для расчета действующего значения тока в схеме и сдвига фаз между напряжением и током в схеме.
14. При каком условии в схеме с последовательно включенными элементами r, L, C , подключенной к источнику гармонической э.д.с., возникает резонанс напряжений? Какую особенность имеет этот режим работы схемы?
15. При каком условии в схеме с параллельно включенными элементами r, L, C , подключенной к источнику гармонического тока, возникает резонанс токов? Какую особенность имеет этот режим работы схемы?
16. Напишите формулу для комплексного сопротивления произвольной ветви схемы в показательной и алгебраической форме. Напишите такую формулу для ветви состоящей из последовательно соединенных элементов r, L, C .

17. Напишите формулу для комплексной проводимости произвольной ветви схемы в показательной и алгебраической форме. Напишите такую формулу для пассивного участка ветви, содержащей параллельно соединенные элементы r, L, C .
18. Напишите формулы для расчета мощностей по комплексным напряжению и току, а также по комплексным сопротивлениям и проводимостям.
19. Запишите закон Ома для произвольной ветви, содержащей комплексное сопротивление Z_k и гармонический источник э.д.с. и тока, в комплексной форме. Запишите в матричной форме уравнения Кирхгофа для комплексных значений токов и напряжений.
20. Запишите матричные узловые уравнения и контурные уравнения в комплексной форме; запишите формулу для расчета матрицы контурных сопротивлений.

6.3 Рейтинг-контроль №3

1. Запишите формулы, определяющие связь между фазными и линейными (междуфазными) напряжениями и токами в симметричной трехфазной системе при соединении фаз «треугольником» и «звездой».
2. Запишите формулы для расчета комплексных мощностей в симметричной трехфазной системе при соединении фаз «треугольником» и «звездой».
3. Объясните роль нулевого провода при соединении фаз «звездой», рассматривая трехфазную систему как схему с двумя узлами O и O_1 и анализируя формулу для расчета напряжения на нулевом проводе.
4. Объясните, почему для измерения активной мощности несимметричной трехпроводной трехфазной цепи достаточно иметь два ваттметра.
5. Нарисуйте схему для измерения реактивной мощности в симметричной трехфазной цепи, векторную диаграмму для этой цепи; напишите формулу, поясняющую возможности измерения реактивной мощности.
6. Запишите формулы для расчета токов в фазах А, В, С при несимметричном режиме трехфазной цепи через симметричные составляющие этих токов.
7. Запишите формулы для расчета токов симметричных составляющих через фазные токи фаз А, В, С.
8. Сформулируйте условия создания вращающегося магнитного поля в электрических машинах, подключенных к многофазным симметричным системам напряжений.
9. Для трехполосного элемента транзистора нарисуйте схему, содержащую упрощенное изображение транзистора нарисуйте схему, содержащую упрощенное изображение транзистора и два источника э.д.с., питающие его; объясните принцип действия транзистора.
10. Напишите систему уравнений для входного и выходного напряжения транзистора и его эквивалентную схему, содержащую зависимый источник э.д.с.
11. Напишите систему уравнений для переменных составляющих входного и выходного напряжения транзистора и его эквивалентную схему, содержащую зависимый источник тока.
12. Для индуктивного трехполосника запишите формулы для определения потокоцеплений ψ_1 и ψ_2 через собственные и взаимные индуктивности.
13. Для индуктивного трехполосника запишите формулы для расчета первичного и вторичного напряжения через собственные и взаимные индуктивности.

14. Запишите формулу для коэффициента трансформации трансформатора и обоснуйте ее, исходя из закона электромагнитной индукции.
15. Запишите формулу для расчета энергии потребляемой трансформатором и объясните физический смысл слагаемых этой формулы.
16. Нарисуйте векторные диаграммы для согласного и встречного включения двух последовательно соединенных катушек индуктивности. Объясните принципиальное различие этих диаграмм.
17. Нарисуйте схему двухобмоточного трансформатора и запишите систему уравнений для него в комплексной форме.
18. Напишите формулу для входного сопротивления трансформатора и объясните его слагаемые.
19. Напишите уравнение баланса активных мощностей в трансформаторе и объясните слагаемые этого уравнения.
20. Запишите матрицы узловых проводимостей и контурных сопротивлений четырехполюсного трансформатора.

Четвёртый семестр: формируемые компетенции ОК-5, ОК-6, ОК-7; ОПК 2, ОПК-3; ПК-1, ПК 2, ПК-5, ПК-6

6.4 Рейтинг-контроль №1

1. Запишите матрицу сопротивлений Z транзистора, включенного по схеме с общей базой.
2. Запишите матрицу проводимостей Y транзистора, включенного по схеме с общей базой.
3. Запишите неопределенную матрицу проводимостей транзистора, включенного по схеме с общей базой.
4. Нарисуйте три возможные схемы включения транзистора и укажите названия этих схем.
5. Напишите узловые и контурные уравнения в комплексной форме для расчета схем с транзисторами. Объясните их особенности.
6. Запишите уравнения четырехполюсника в форме Z . Напишите соотношения для расчета коэффициентов этих уравнений.
7. Запишите уравнения четырехполюсника в форме Y . Напишите соотношения для расчета коэффициентов этих уравнений.
8. Запишите уравнения четырехполюсника в форме H . Укажите для расчета, каких цепей (схем) применяется такая форма уравнений.
9. Запишите уравнения четырехполюсника в форме A для включения источника к входным зажимам (первый вариант) и для включения источника к выходным зажимам (второй вариант).
10. Каким соотношением связаны коэффициенты уравнений в форме A для взаимных цепей? Какой четырехполюсник называют симметричным?
11. Каким соотношением связаны входные сопротивления четырехполюсника, описываемого уравнениями в форме A .
12. Изобразите эквивалентные схемы четырехполюсников непосредственно удовлетворяющие уравнениям в форме Z и форме Y .
13. Запишите входное сопротивление четырехполюсника при прямом питании (со стороны входных зажимов), выраженное через сопротивления при разомкнутых и короткозамкнутых зажимах.

14. Запишите входное сопротивление четырехполюсника при обратном питании (со стороны выходных зажимов), выраженное через сопротивления при разомкнутых и короткозамкнутых зажимах.
15. Запишите определение входного сопротивления четырехполюсника и формулу для его расчета через коэффициенты уравнений в форме A .
16. Какой формулой определяется комплексный коэффициент передачи четырехполюсника? Какой физический смысл действительной и мнимой частей этого коэффициента?
17. Изобразите сигнальные графы четырехполюсников в форме A и Z .
18. Изобразите сигнальные графы четырехполюсников в форме Y и H .
19. Изобразите схему каскадного соединения двух четырехполюсников, представленных коэффициентами уравнений в форме A и сигнальный граф соответствующий этому соединению. Запишите уравнения связи между входными и выходными напряжениями и токами, выраженные через коэффициенты обоих четырехполюсников.
20. Запишите ряд Фурье для периодического несинусоидального напряжения в виде суммы слагаемых с начальными фазами (первый вариант) и в виде суммы слагаемых без начальных фаз (второй вариант).
21. Запишите формулы связи амплитуд и начальных фаз слагаемых ряда Фурье с начальными фазами с коэффициентами ряда Фурье без начальных фаз.
22. Запишите формулу для расчета действующего значения несинусоидального периодического тока через действующие значения токов гармоник.
23. Запишите определения для коэффициентов формы, коэффициента амплитуды и коэффициента искажения несинусоидальной периодической функции (напряжения, тока).
24. Запишите формулу для расчета активной мощности при периодических несинусоидальных токах и напряжениях.
25. Запишите ряд Фурье в комплексной форме.

6.5 Рейтинг-контроль №2

1. Классический метод расчета переходных процессов. Вывод правил коммутации для тока в катушке и напряжения на емкости.
2. Определение свободной составляющей переходного процесса (напряжения, тока) при простых и кратных корнях характеристического уравнения электрической цепи.
3. Порядок расчета переходных процессов классическим методом.
4. Изобразите графически единичную функцию и дельта-функцию и напишите формулу связи между этими функциями. Напишите формулу связи между переходной и импульсной характеристикой цепи.
5. Напишите формулу для расчета тока $i(t)$ в цепи, на которую воздействует напряжение произвольной формы, значение которого равно нулю в нулевой момент времени.
6. Напишите формулу для расчета тока $i(t)$ в цепи, на которую воздействует напряжение произвольной формы, значение которого $u(0) \neq 0$ в нулевой момент времени.
7. Запишите законы (правила) коммутации для схем содержащих емкостные контуры и индуктивные сечения.
8. Запишите формулы для прямого и обратного преобразования Лапласа.
9. Запишите формулы для расчета тока $i(t)$ по теореме разложения при простых корнях полинома $M(P)$ для изображения искомого тока $I(P) = N(P)/M(P)$.

10. Изобразите последовательную и параллельную операторные эквивалентные схемы индуктивности. Объясните физический смысл элементов этих схем.
11. Изобразите последовательную и параллельную операторные эквивалентные схемы емкости. Объясните физический смысл элементов этих схем.
12. Запишите в матричной форме закон Ома для изображений напряжений и токов для произвольной операторной схемы.
13. Запишите в матричной форме законы Кирхгофа для произвольной операторной схемы.
14. Запишите формулы для прямого и обратного преобразования Фурье. Запишите формулу для расчета энергии непериодического сигнала.
15. Выведите формулу для комплексного коэффициента передачи дифференцирующей цепи, составленной из последовательно соединенных элементов r, C . Определите амплитудно-частотную и фазо-частотную характеристики этой цепи.
16. Выведите формулу для комплексного коэффициента передачи интегрирующей цепи, составленной из последовательно соединенных элементов r, C . Определите амплитудно-частотную и фазо-частотную характеристики этой цепи.

6.6 Рейтинг-контроль №3

1. Укажите характерные нелинейности и графические характеристики типичных нелинейных элементов электрических и магнитных цепей.
2. Укажите на конкретном примере порядок расчета неразветвленных электрических цепей с последовательным соединением двух нелинейных элементов.
3. Укажите на конкретном примере порядок расчета электрической цепи с параллельным соединением двух ветвей с нелинейными элементами.
4. Укажите на конкретном примере порядок расчета электрической цепи с последовательно-параллельным соединением линейных и нелинейных элементов.
5. Запишите соответствия между электрическими и магнитными величинами, а также соответствующие формулы для расчета магнитного сопротивления для участка магнитной цепи с равномерным и неравномерным магнитным полем.
6. Запишите законы Кирхгофа для магнитной цепи.
7. Запишите порядок расчета неразветвленной магнитной цепи при прямой задаче (задан магнитный поток) и при обратной задаче (задана намагничивающая сила).
8. Какие характеристики нелинейных элементов используют при переменных напряжениях и токах. Объясните особенности инерционных и безинерционных нелинейных элементов.
9. Объясните термин «аппроксимация» характеристик нелинейных элементов. Какие виды аппроксимации таких элементов используют при расчетах нелинейных цепей.
10. Объясните сущность метода гармонического баланса при расчете нелинейных цепей и запишите соответствующее исходное уравнение и его решение.
11. Объясните суть метода эквивалентных синусоид на примере расчета режима работы катушки с ферромагнитным сердечником. Нарисуйте векторную диаграмму такой катушки.
12. Нарисуйте схему замещения катушки с ферромагнитным сердечником.
13. Нарисуйте векторную диаграмму трансформатора с ферромагнитным сердечником.
14. Изобразите схему замещения трансформатора с ферромагнитным сердечником.
15. Нарисуйте схему однополупериодного выпрямителя и для такой схемы с гармоническим источником напряжения, идеальным вентилем и активным сопротивлением r ; определите средние и действующие значение тока.

16. Объясните почему в электрической цепи с гармоническим источником напряжения, идеальным вентилем и активным сопротивлением r коэффициент мощности $\cos\varphi_{\text{экв}} < 1$.
17. Изобразите вольтамперную характеристику опорного диода (стабилитрона), укажите рабочий участок этой характеристики и простейшую схему для стабилизации или одностороннего ограничения.

Пятый семестр: формируемые компетенции ОК-5, ОК-6, ОК-7; ОПК 2, ОПК-3; ПК-1, ПК 2, ПК-5, ПК-6

6.7 Рейтинг-контроль №1

1. Что называется электромагнитным, электрическим и магнитным полем?
2. Что называют вектором напряжённости электрического поля?
3. Что называют вектором магнитной индукции?
4. Какая сила (количественно) действует в магнитном поле на криволинейный и прямолинейный проводник?
5. В некоторой точке наблюдения напряжённость электрического поля равна 1 В/м. Что это значит?
6. В некоторой точке наблюдения магнитная индукция равна 1 Тл. Что это значит?
7. Какими физическими величинами количественно характеризуется электромагнитное поле? Как эти величины связаны с напряжённостью электрического поля и с магнитной индукцией, если точка наблюдения находится в вакууме?
8. Назовите первичные физические источники электромагнитного поля.
9. Какие типы электрических токов существуют в природе? Как они количественно выражаются?
10. Что такое электрический диполь и какой физической величиной он характеризуется?
11. Что такое магнитный диполь и какой физической величиной он характеризуется?
12. Что такое электрическая поляризованность вещества? Как она количественно выражается?
13. Что такое намагниченность вещества? Как она количественно выражается?
14. Дайте общее определение электрического смещения.
15. Дайте общее определение напряжённости магнитного поля.
16. Что такое объёмная плотность электрического заряда.
17. Что такое плотность тока?
18. Сформулируйте закон полного тока в интегральной форме.
19. Сформулируйте закон электромагнитной индукции в интегральной форме.
20. Чему равен поток вектора электрического смещения через замкнутую поверхность?
21. Сформулируйте закон непрерывности линий магнитной индукции в интегральной форме.
22. Сформулируйте закон полного тока в дифференциальной форме. Прокомментируйте компоненты плотности полного тока.
23. Сформулируйте закон электромагнитной индукции в дифференциальной форме.
24. Сформулируйте закон непрерывности линий магнитной индукции в дифференциальной форме.
25. Сформулируйте закон, количественно выражающий истоки векторного поля электрического смещения в дифференциальной форме.

26. Как описываются в общем случае статические диэлектрические и магнитные свойства вещества?
27. Какие допущения обычно принимаются при техническом описании диэлектрических и магнитных гистерезисных свойств вещества?
28. Запишите общий вид линейаризованной формы уравнений материальной связи, описывающих диэлектрические и магнитные свойства вещества.
29. Запишите и прокомментируйте линейную форму уравнения материальной связи, описывающего электропроводящие свойства вещества.
30. Сколько энергии на единицу объёма нужно затратить, чтобы перевести точку наблюдения Q из состояния $(\mathbf{E} = 0, \mathbf{D} = 0)$ в состояние $(\mathbf{E}(Q,t), \mathbf{D}(Q,t))$?
31. Сколько энергии на единицу объёма нужно затратить, чтобы перевести точку наблюдения Q из состояния $(\mathbf{H} = 0, \mathbf{B} = 0)$ в состояние $(\mathbf{H}(Q,t), \mathbf{B}(Q,t))$?
32. Чему равна объёмная плотность энергии электромагнитного поля? Чему равна обратимая составляющая этой плотности энергии?
33. Чему равна объёмная плотность мощности тепловых потерь от токов проводимости?
34. Чему равна объёмная плотность мощности сторонних источников электромагнитного поля?
35. Как ведёт себя вектор напряжённости магнитного поля на поверхности раздела сред?
36. Как ведёт себя вектор напряжённости электрического поля на поверхности раздела сред?
37. Как ведёт себя вектор электрического смещения на поверхности раздела сред?
38. Как ведёт себя вектор магнитной индукции на поверхности раздела сред?
39. Из какого закона следует закон сохранения заряда в дифференциальной форме и как он записывается?
40. Сформулируйте закон сохранения заряда в интегральной форме.
41. Как ведёт себя вектор полной плотности тока на поверхности раздела сред?
42. Как ведёт себя вектор плотности тока проводимости на поверхности раздела сред, если в анализируемой системе отсутствуют сторонние электрические токи?
43. Чему равна электромагнитная мощность, излучаемая некоторым объёмом в окружающее пространство?
44. Запишите общий вид уравнения баланса электромагнитных мощностей для некоторого объёма.
45. Чему равна плотность потока электромагнитной мощности? Какой физической величиной она характеризуется?

6.8 Рейтинг-контроль №2

1. Что называют электростатическим полем?
2. Запишите уравнения электростатики в дифференциальной форме.
3. Как ведёт себя вектор напряжённости электрического поля в электростатическом поле на границе двух диэлектриков.
4. Как ведёт себя вектор электрического смещения в электростатическом поле на границе двух диэлектриков.
5. Как ведут себя векторы электрического поля в электростатическом поле на границе раздела проводника и диэлектрика?
6. Как выражается напряжённость электрического поля в электростатическом поле через скалярный электрический потенциал?

7. Запишите линейное уравнение электростатики относительно скалярного электрического потенциала.
8. Как формулируется скалярная краевая задача анализа электростатического поля?
9. Чему равна энергия системы заряженных проводников в электростатическом поле?
10. Запишите фундаментальное решение уравнения электростатики для скалярного электрического потенциала и для напряжённости электрического поля.
11. Как выражается распределение скалярного электрического потенциала через известное распределение зарядов и поляризованности вещества?
12. Математически опишите поле электрического диполя.
13. Математически опишите поле бесконечно длинной заряженной оси.
14. Запишите формулу для распределения скалярного электрического потенциала вокруг системы двух разноимённо заряженных параллельных бесконечно длинных осей.
15. Докажите, что поверхности равного потенциала поля двух разноимённо заряженных параллельных бесконечно длинных осей представляют собой цилиндры с осями, параллельными электрическим осям. Запишите формулы для координат осей и радиусов этих цилиндров.
16. Запишите формулу для определения ёмкости коаксиального кабеля на единицу длины.
17. Как рассчитывается ёмкость «коаксиального» кабеля со смещённой жилой на единицу длины?
18. Как рассчитывается ёмкость двухпроводной линии с цилиндрическими проводами разного радиуса?
19. Как рассчитывается ёмкость двухпроводной линии с цилиндрическими проводами одинакового радиуса?
20. Как рассчитывается ёмкость системы цилиндр - плоскость (на единицу длины)?
21. Как рассчитываются потенциальные коэффициенты проводников двухпроводной линии с учётом влияния земли?
22. Как рассчитываются ёмкостные коэффициенты проводников двухпроводной линии с учётом влияния земли?
23. Как рассчитываются частичные ёмкости проводников двухпроводной линии с учётом влияния земли?
24. Как рассчитывается рабочая ёмкость двухпроводной линии с учётом влияния земли?
25. Что называют потенциальными коэффициентами системы проводников в электростатическом поле?
26. Что называют ёмкостными коэффициентами системы проводников в электростатическом поле?
27. Что называют частичными ёмкостями системы проводников в электростатическом поле?
28. Запишите уравнения постоянного электрического поля в проводящей среде в дифференциальной форме.
29. Как ведёт себя вектор напряжённости электрического поля на границе раздела проводников, если в анализируемой системе имеются сторонние источники ЭДС?
30. Как ведёт себя вектор плотности тока проводимости на границе раздела проводников, если в анализируемой системе имеются сторонние источники тока?
31. Как ведёт себя вектор плотности тока проводимости на границе раздела проводников, если в анализируемой системе имеются сторонние и внешние источники тока?

32. Запишите соотношения, характеризующую аналогию постоянного электрического поля в проводящей среде и электростатического поля в диэлектрике.
33. Расскажите об особенностях электрического поля в диэлектрике вблизи проводника с током.
34. Расскажите об особенностях расчёта постоянного электрического поля в несовершенных изолирующих средах.
35. Сформулируйте основные законы магнитостатики в интегральной форме.
36. Сформулируйте основные законы магнитостатики в дифференциальной форме.
37. Что называют магнитными полюсами?
37. Запишите линейное уравнение материальной связи между векторами магнитной индукции и напряжённости магнитного поля.
38. Чему равна обратимая составляющая объёмной плотности энергии магнитостатического поля?
39. Как ведёт себя вектор напряжённости магнитного поля на границе раздела сред в магнитостатическом поле?
40. Как ведёт себя вектор магнитной индукции на границе раздела сред в магнитостатическом поле?
41. Что такое векторный магнитный потенциал? Запишите уравнение магнитостатики относительно векторного магнитного потенциала.
42. Сформулируйте векторную краевую задачу магнитостатики.
43. Запишите формулу для распределения векторного магнитного потенциала вокруг элемента тока.
44. Запишите формулу для распределения напряжённости магнитного поля вокруг элемента тока.
45. Как выражается магнитный поток через векторный магнитный потенциал.
46. Как выражается энергия магнитного поля через векторный магнитный потенциал?
47. Что называют магнитным потокоцеплением?
48. Что называют индуктивностью контура и взаимной индуктивностью двух контуров?
49. Запишите формулу для расчёта взаимной индуктивности двух контуров, если они находятся в бесконечной линейной однородной среде.
50. Запишите формулу для расчёта индуктивности двухпроводной линии с цилиндрическими проводами одинакового радиуса.
51. Как рассчитывается магнитостатическое поле в коаксиальном кабеле?
52. Запишите формулу для расчёта распределения напряжённости магнитного поля вдоль оси круглого контура с током.
53. Запишите формулу для расчёта распределения напряжённости магнитного поля вдоль оси цилиндрического соленоида с током.
54. Запишите формулу для расчёта распределения напряжённости магнитного поля вдоль оси цилиндрической катушки с конечной толщиной токового слоя.
55. Как в общем случае выражается распределение напряжённости магнитного поля через скалярный магнитный потенциал?
56. Запишите линейное уравнение магнитостатики относительно скалярного магнитного потенциала.
57. Сформулируйте скалярную краевую задачу магнитостатики.

6.9 Рейтинг-контроль №3

1. Расскажите о принципе действия магнитных экранов.

2. Запишите пространственное интегральное уравнение магнитостатики относительно вектора намагниченности вещества.
3. Используя теорему Умова-Пойнтинга, выведите соотношение, определяющее мощность, передаваемую по двухпроводной линии постоянного тока.
4. Что называют переменным гармоническим электромагнитным полем?
5. Что называют комплексной амплитудой гармонически изменяющегося вектора в пространстве?
6. Что называют комплексным действующим значением гармонически изменяющегося вектора в пространстве?
7. Как выражается мгновенное значение вектора в пространстве через его комплексные представления?
8. Запишите уравнения Максвелла в комплексной форме.
9. Запишите уравнения материальной связи в комплексной форме.
10. Чему равна комплексная электромагнитная мощность, излучаемая некоторым объёмом в окружающее пространство?
11. Запишите уравнение баланса комплексных электромагнитных мощностей для некоторого объёма в пространстве.
12. Чему равна плотность потока комплексной электромагнитной мощности? Какой физической величиной она характеризуется?
13. Что называют комплексной диэлектрической проницаемостью вещества в гармоническом электромагнитном поле? Какими параметрами она характеризуется?
14. Что называют комплексной магнитной проницаемостью вещества в гармоническом электромагнитном поле? Какими параметрами она характеризуется?
15. Что такое комплексная удельная электрическая проводимость вещества на фиксированной частоте?
16. Что называют комплексной эффективной диэлектрической проницаемостью вещества на фиксированной частоте?
17. Что такое векторный магнитный и скалярный электрический потенциалы и как они вводятся в модели гармонических электромагнитных полей?
18. Запишите общую систему уравнений математической физики относительно векторного магнитного и скалярного электрического потенциалов для гармонического электромагнитного поля.
19. Запишите векторное и скалярное уравнения Даламбера для однородной среды. Чему равна фазовая скорость распространения электромагнитной волны?
20. Запишите векторное и скалярное волновые уравнения для однородной среды. Чему равна пространственная частота электромагнитной волны?
21. Запишите формулы, определяющие распределение векторного магнитного и скалярного электрического потенциалов вокруг элементарного электрического излучателя (излучателя Герца).
22. Запишите формулы, определяющие распределение векторного магнитного и скалярного электрического потенциалов вокруг элементарного магнитного излучателя (излучателя Фицджеральда).
23. Что называют поверхностным эффектом и эффектом близости?
24. Какими уравнениями описывается распространение плоской волны в однородном проводящем полупространстве?

25. Какими соотношениями описывается распределение напряжённости электрического и магнитного поля при поверхностном эффекте в проводящем полупространстве?
26. Чему равен волновой импеданс проводника на фиксированной частоте и глубина проникновения электромагнитного поля в проводящее полупространство при поверхностном эффекте?
27. Какими соотношениями описывается поверхностный эффект в проводящем полупространстве?
28. Чему равна мощность потерь энергии на вихревые токи при синусоидальном перемагничивании плоской проводящей пластины?
29. Какими уравнениями описывается поверхностный эффект в круглом проводе?
30. Запишите формулы, описывающие распределение напряжённости электрического и магнитного поля, а также плотности тока проводимости в цилиндрическом проводнике при протекании по нему гармонического электрического тока.

6.10 Темы курсовой работы и контрольных работ

1. Расчет разветвленных цепей постоянного тока.
2. Расчет несимметричных трехфазных цепей.
3. Расчет переходных процессов в электрических цепях классическим методом.
4. Расчет переходных процессов в электрических цепях операторным методом.
5. Расчет электростатического поля двухпроводной линии с учётом влияния земли.
6. Расчет электрического поля растекания тока заземлителя.
7. Расчет магнитостатического поля коаксиального кабеля.
8. Расчет поверхностного эффекта в проводящей пластине

Критерии оценки по текущей успеваемости и результатам выполнения курсовой работы

Оценка	Критерии
зачтено	Студент показал творческий подход к освоению программы дисциплины, в совершенстве или в достаточной степени овладел теоретическими вопросами дисциплины, показал необходимые практические умения и навыки.
не зачтено	Студент имеет проблемы по отдельным теоретическим разделам дисциплины и не владеет основными умениями и навыками.

6.11. Экзаменационные вопросы

Третий семестр.

1. Формулировка принципа взаимности для элемента электрической цепи и формулировка принципа суперпозиции (наложения) для линейной электрической цепи.
2. Определение идеального источника э.д.с. и его графическое изображение на схеме. Определение реального источника э.д.с. и его графическое изображение на схеме.
3. Определение идеального источника тока и его графическое изображение на схеме. Определение реального источника тока и его графическое изображение на схеме.
4. Свойства двухполюсного резистивного элемента и формула для определения электрической энергии, поступающей в такой элемент.

5. Свойства двухполюсного индуктивного элемента (индуктивности) и формула для определения электрической энергии, поступающей в такой элемент.
6. Свойства двухполюсного емкостного элемента (емкости) и формула для определения электрической энергии, поступающей в такой элемент.
7. Закон Кирхгофа для произвольного узла электрической цепи и закон Кирхгофа для произвольного контура цепи.
8. Определение графа электрической цепи и его подграфов.
9. Определение матрицы соединений (узловой матрицы) и правила составления этой матрицы. Применение матрицы соединений.
10. Определение матрицы контуров и правила составления этой матрицы. Применение матрицы контуров.
11. Матричная форма закона Ома для всех ветвей схемы электрической цепи.
12. Правила исключения из схемы идеального источника тока. Правила исключения из схемы идеального источника э.д.с.
13. Матричная форма уравнений для узловых потенциалов.
14. Матричная форма уравнений для контурных токов.
15. Алгебраическая форма уравнения баланса мощностей в электрической цепи.
16. Матричная и алгебраическая формы принципа наложения для токов в электрической цепи.
17. Матричная и алгебраическая формы принципа наложения для напряжений в электрической цепи.
18. Формулировки теоремы взаимности (теоремы обратимости) и теоремы о компенсации для линейной электрической цепи.
19. Формула для расчета тока ветви по теореме об эквивалентном источнике и соответствующая этой формуле эквивалентная схема. Формула для расчета напряжения ветви по теореме об эквивалентном источнике и соответствующая этой формуле эквивалентная схема.
20. Параметры, определяющие синусоидальные токи и напряжения. Почему промышленная частота переменного тока равна 50 Гц?
21. Формулы для расчета активной мощности, действующего значения тока и напряжения при гармоническом токе в активном сопротивлении r .
22. Расчет действующего значения тока и сдвига фаз между напряжением и током в схеме с последовательно соединенными элементами r, L, C , подключенной к источнику гармонической э.д.с.
23. Резонанс напряжений в схеме с последовательно соединенными элементами r, L, C , подключенной к источнику гармонической э.д.с.
24. Резонанс токов в схеме с параллельно соединенными элементами r, L, C в схеме, подключенной к источнику гармонического тока.
25. Формула для комплексного сопротивления произвольной ветви схемы в показательной и алгебраической форме для ветви, состоящей из последовательно соединенных элементов r, L, C .
26. Формула для комплексной проводимости произвольной ветви схемы в показательной и алгебраической форме для пассивного участка ветви, состоящего из параллельно соединенных элементов r, L, C .

27. Формулы для расчета мощностей по комплексным напряжению и току, а также по комплексным сопротивлениям и проводимостям.
 28. Матричная форма уравнений Кирхгофа для комплексных значений токов и напряжений.
 29. Матричные узловые уравнения и контурные уравнения в комплексной форме.
 30. Формулы связи между фазными и линейными напряжениями и токами в симметричной трехфазной системе при соединении фаз «треугольником» и «звездой».
 31. Формулы для расчета комплексных мощностей в симметричной трехфазной системе при соединении фаз «треугольником» и «звездой».
 32. Формула для расчета напряжения на нулевом проводе в трехфазной системе (схема с двумя узлами O и O_1) при соединении фаз «звездой».
 33. Измерения активной мощности несимметричной трехпроводной трехфазной цепи по методу двух ваттметров.
 34. Измерения реактивной мощности в симметричной трехфазной цепи.
 35. Формулы для расчета токов в фазах А, В, С через симметричные составляющие этих токов при несимметричном режиме трехфазной цепи.
 36. Формулы для расчета токов симметричных составляющих токов через фазные токи фаз А, В, С.
 37. Условия создания вращающегося магнитного поля в электрических машинах, подключенных к многофазным симметричным системам напряжений.
 38. Система уравнений для входного и выходного напряжения транзистора и его эквивалентная схема, содержащая зависимый источник э.д.с. (тока).
 39. Формулы для определения потокосцеплений ψ_1 и ψ_2 а также первичного и вторичного напряжения индуктивного трехполюсника через собственные и взаимные индуктивности.
 40. Формулы для коэффициента трансформации трансформатора, а также энергии потребляемой трансформатором.
-
41. Векторные диаграммы для согласного и встречного включения двух последовательно соединенных катушек индуктивности.
 42. Схема двухобмоточного трансформатора и система уравнений для него в комплексной форме; формула для входного сопротивления трансформатора; уравнение баланса активных мощностей в трансформаторе.
 43. Матрицы узловых проводимостей и контурных сопротивлений четырехполосного трансформатора.

Четвёртый семестр.

1. Три схемы включения транзистора. Матрица сопротивлений Z транзистора, включенного по схеме с общей базой.
2. Уравнения четырехполюсника в форме Z и в форме Y .
3. Уравнения четырехполюсника в форме H и в форме A .
4. Каким соотношением связаны коэффициенты уравнений в форме A для взаимных цепей? Какой четырехполюсник называют симметричным?
5. Эквивалентные схемы четырехполюсников, удовлетворяющие уравнениям в форме Z и форме Y .

6. Входное сопротивление четырехполосника при прямом питании (со стороны входных зажимов); входное сопротивление четырехполосника при обратном питании (со стороны выходных зажимов).
7. Определение входного сопротивления четырехполосника и формула для его расчета через коэффициенты уравнений в форме A .
8. Характеристическое сопротивление и коэффициент передачи четырехполосника.
9. Сигнальные графы четырехполосников в форме A и Z .
10. Сигнальные графы четырехполосников в форме Y и H .
11. Ряд Фурье для периодического несинусоидального напряжения в виде суммы слагаемых с начальными фазами и в виде суммы слагаемых без начальных фаз.
12. Формула для расчета действующего значения несинусоидального периодического тока и формула для расчета активной мощности при периодических несинусоидальных токах и напряжениях.
13. Определения для коэффициентов формы, коэффициента амплитуды и коэффициента искажения несинусоидальной периодической функции (напряжения, тока).
14. Ряд Фурье в комплексной форме.
15. Классический метод расчета переходных процессов. Правила коммутации.
16. Определение свободной составляющей переходного процесса при простых корнях характеристического уравнения электрической цепи.
17. Порядок расчета переходных процессов классическим методом.
18. Единичная функция и дельта-функция и связь между этими функциями. Связь между переходной и импульсной характеристиками цепи.
19. Формулы для расчета тока $i(t)$ в цепи при воздействии напряжения произвольной формы при нулевых и не нулевых начальных условиях.
20. Законы (правила) коммутации для схем содержащих емкостные контуры и индуктивные сечения.
21. Применение теоремы разложения для расчета переходных процессов в электрических цепях.
22. Последовательная и параллельная операторные эквивалентные схемы индуктивности; последовательная и параллельная операторные эквивалентные схемы емкости.
23. Матричная форма закон Ома для изображений напряжений и токов для произвольной операторной схемы. Матричная форма законов Кирхгофа.
24. Формулы для прямого и обратного преобразования Фурье. Формула для расчета энергии непериодического сигнала.
25. Формула для комплексного коэффициента передачи дифференцирующей цепи из последовательно соединенных элементов r, C . Амплитудно-частотная и фазо-частотная характеристики этой цепи.
26. Формула для комплексного коэффициента передачи интегрирующей цепи из последовательно соединенных элементов r, C . Амплитудно-частотная и фазо-частотная характеристики этой цепи.
27. Характерные нелинейности и графические характеристики типичных нелинейных элементов электрических и магнитных цепей.
28. Расчет неразветвленных электрических цепей с последовательным соединением ветвей с нелинейными элементами.

29. Расчет электрической цепи с параллельным соединением ветвей с нелинейными элементами.
30. Расчет электрической цепи с последовательно-параллельным соединением линейных и нелинейных элементов.
31. Соответствия между электрическими и магнитными величинами при расчетах электрических и магнитных цепей.
32. Законы Кирхгофа для магнитной цепи.
33. Расчеты неразветвленных и разветвленных магнитных цепей.
34. Характеристики нелинейных элементов при переменных напряжениях и токах. Инерционные и безинерционные нелинейные элементы.
35. Аппроксимация характеристик нелинейных элементов и её виды при расчете нелинейных цепей.
36. Метод гармонического баланса при расчете нелинейных цепей.
37. Применение метода эквивалентных синусоид при расчете режима работы катушки с ферромагнитным сердечником. Векторная диаграмма и схема замещения такой катушки.
38. Применение метода эквивалентных синусоид при расчете режима работы трансформатора с ферромагнитным сердечником. Векторная диаграмма и схема замещения трансформатора с ферромагнитным сердечником.
39. Схема однополупериодного выпрямителя с гармоническим источником напряжения, идеальным вентилем и активным сопротивлением r ; расчет среднего и действующего значения тока выпрямителя.
40. Вольтамперная характеристика опорного диода (стабилитрона). Простая схема для стабилизации или одностороннего ограничения входного напряжения.

Пятый семестр

1. Определение электромагнитного поля. Математический аппарат теории электромагнитного поля.
2. Физические величины, характеризующие электромагнитное поле.
3. Пространственные дифференциальные операторы в теории электромагнитного поля.
4. Интегральные теоремы, применяемые в теории электромагнитного поля.
5. Уравнения теории электромагнитного поля в интегральной форме.
6. Уравнения Максвелла для неподвижных сред.
7. Соотношение между векторами поля и электрофизическими свойствами среды.
8. Энергия электромагнитного поля.
9. Граничные условия для векторов ЭМП.
10. Закон сохранения заряда.
11. Теорема Умова-Пойнтинга.
12. Основные уравнения электростатики.
13. Граничные условия для векторов электростатического поля.
14. Скалярный электрический потенциал. Краевая задача анализа электростатического поля.
15. Энергия системы заряженных проводников.
16. Метод изображений.
17. Фундаментальное решение уравнений Пуассона и Лапласа применительно к электростатике.
18. Поле электрического диполя.
19. Поле бесконечно-длинной равномерно заряженной оси.

20. Поле двух бесконечно длинных разноимённо заряженных осей.
21. Поле и ёмкость параллельных цилиндров с несовпадающими осями.
22. Поле и ёмкость системы цилиндр–плоскость.
23. Поле и ёмкость двухпроводной линии.
24. Поле и ёмкость двухпроводной линии с учётом влияния земли.
25. Распределение зарядов и потенциалов в системе заряженных проводников, потенциальные и ёмкостные коэффициенты, частичные ёмкости.
26. Принцип действия электростатических экранов.
27. Законы постоянного электрического поля в проводящей среде.
28. Граничные условия для векторов электрического поля постоянного тока.
29. Аналогия между электрическим полем постоянного тока в проводнике и электростатическим полем в диэлектрике.
30. Электрическое поле в диэлектрике вблизи проводника с током.
31. Электрическое поле в несовершенных изолирующих средах.
32. Электрическое моделирование физических полей.
33. Уравнения магнитостатического поля в интегральной форме.
34. Уравнения магнитостатического поля в дифференциальной форме.
35. Граничные условия для векторов магнитного поля.
36. Уравнения магнитостатики относительно векторного потенциала.
37. Краевая задача магнитостатики для неоднородных сред.
38. Магнитное поле элемента тока.
39. Выражение магнитного потока и энергии магнитного поля через векторный потенциал.
40. Потокосцепление. Собственная и взаимная индуктивность.
41. Распределение векторного потенциала в случае одиночного провода круглого сечения.
42. Магнитное поле и индуктивность коаксиального кабеля.
43. Магнитное поле круглого контура с током и соленоида.
44. Уравнение магнитостатики относительно скалярного магнитного потенциала.
45. Магнитное экранирование.
46. Пространственные интегральные уравнения в магнитостатике.
47. Мощность, передаваемая по двухпроводной линии постоянного тока.
48. Комплексное представление синусоидально изменяющихся векторных величин.
49. Уравнения Максвелла в комплексной форме.
50. Теорема Умова-Пойнтинга в комплексной форме.
51. Комплексные параметры электрофизических свойств среды и их учет в уравнениях материальной связи.
52. Системы электродинамических потенциалов и уравнения математической физики для гармонического ЭМП.
53. Излучатель Герца.
54. Элементарный магнитный излучатель.
55. Понятие о поверхностном эффекте и эффекте близости.
56. Плоская волна в однородном проводнике (в проводящем полупространстве).
57. Поверхностный эффект в проводящей пластине.
57. Поверхностный эффект в круглом проводе.

Шкала оценивания по промежуточной аттестации (экзамен)

Оценка	Критерии
Оценка «5» «отлично»	Студент показал развернутый ответ, представляющий собой связное, логическое, последовательное раскрытие поставленного вопроса, широкое знание литературы. Студент обнаружил понимание материала, обоснованность суждений, способность применить полученные знания на практике.
Оценка «4» «хорошо»	Студент дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «5», но допускает некоторые ошибки, которые исправляет самостоятельно, и некоторые недочеты в изложении вопроса.
Оценка «3» «удовлетворительно»	Студент обнаруживает знание и понимание основных положений данной темы, но излагает материал неполно и допускает неточности в ответе.
Оценка «2» «неудовлетворительно»	Студент обнаруживает незнание большей части проблем, связанных с изучением вопроса; допускает ошибки в ответе, искажает смысл текста, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Данная оценка характеризует недостатки в подготовке студента, которые являются серьезным препятствием к успешной профессиональной деятельности.

Фонд оценочных средств по дисциплине «Теоретические основы электротехники»
составил профессор Сбитнев С.А. Сбитнев