

**Приложение 2 к РПД Переходные процессы и перенапряжения
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
Направленность (профиль) – Высоковольтные
электроэнергетика и электротехника
Форма обучения – заочная
Год набора - 2017**

**ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ
АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

1. Общие сведения

1.	Кафедра	Физики, биологии и инженерных технологий
2.	Направление подготовки	13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
3.	Направленность (профиль)	Высоковольтные электроэнергетика и электротехника
4.	Дисциплина (модуль)	Переходные процессы и перенапряжения
5.	Форма обучения	заочная
6.	Год набора	2017

2. Перечень компетенций

- способностью применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач (ОПК-2);
- способностью обрабатывать результаты экспериментов (ПК-2).

1. Критерии и показатели оценивания компетенций на различных этапах их формирования

Этап формирования компетенции (разделы, темы дисциплины)	Формируемая компетенция	Критерии и показатели оценивания компетенций			Формы контроля сформированности и компетенций
		Знать:	Уметь:	Владеть:	
Общая характеристика и классификация перенапряжений. Переходные процессы в электрических цепях. Матричная запись дифференциальных уравнений. Собственные значения (СЗ) и собственные векторы (СВ) матриц.	ОПК-2 ПК-2	основы физики электромагнитных и электромеханических переходных процессов в синхронных и асинхронных машинах, узлах комплексной нагрузки и электроэнергетической системе в целом		навыками решения задачи координации изоляции по условию воздействия внутренних перенапряжений с учетом атмосферных перенапряжений и длительно воздействующих рабочих напряжений	
Решение системы дифференциальных уравнений электрических цепей через матричную экспоненту. Преобразование подобия. Приведение вещественных матриц общего вида для схем без потерь к симметричным матрицам.	ОПК-2 ПК-2	основы физики электромагнитных и электромеханических переходных процессов в синхронных и асинхронных машинах, узлах комплексной нагрузки и электроэнергетической системе в целом		навыками расчетов переходных процессов при трехфазных и несимметричных коротких замыканиях, а также при обрывах фаз	
Расчет переходных процессов с учетом частотных зависимостей параметров схем замещения высоковольтных устройств. Интегральные преобразования Фурье по Карсону и Лапласу. Решение систем дифференциальных уравнений с помощью интегрального преобразования Фурье.	ОПК-2 ПК-2	методы анализа статической и динамической устойчивости электроэнергетических систем, а также основные мероприятия по обеспечению статической, динамической и результирующей устойчивости систем		навыками решения задачи координации изоляции по условию воздействия внутренних перенапряжений с учетом атмосферных перенапряжений и длительно воздействующих рабочих напряжений	Контрольный опрос
Частотные характеристики типовых внешних напряжений в узлах схем замещения. Многорезонансные передаточные функции сложных схем. Аналитические и численные этапы решения при заданной форме внешних воздействий в многоузловых схемах. Применение преобразования Лапласа к уравнениям в частных производных.	ОПК-2 ПК-2	основы физики электромагнитных и электромеханических переходных процессов в синхронных и асинхронных машинах, узлах комплексной нагрузки и электроэнергетической системе в целом	составлять расчетные схемы и соответствующие схемы замещения по отношению к токам прямой, обратной и нулевой последовательностей и определять параметры различных	навыками расчетов переходных процессов при трехфазных и несимметричных коротких замыканиях, а также при обрывах фаз	

			элементов этих схем разными методами		
Решение уравнений многопроводной линии с частотнозависимыми потерями. Волновые каналы многопроводной линии.	ОПК-2 ПК-2	общие закономерности развития внутренних перенапряжений на объектах электроэнергетики высокого и сверхвысокого напряжения в зависимости от режима заземления нейтрали		навыками решения задачи координации изоляции по условию воздействия внутренних перенапряжений с учетом атмосферных перенапряжений и длительно воздействующих рабочих напряжений	
Режимы заземления нейтрали энергосистем. Повышение напряжения в несимметричных режимах. Частичное заземление нейтрали. Расчеты токов замыкания в сети с заземленной и изолированной нейтралью.	ОПК-2 ПК-2	общие закономерности развития внутренних перенапряжений на объектах электроэнергетики высокого и сверхвысокого напряжения в зависимости от режима заземления нейтрали		навыками расчетов переходных процессов при трехфазных и несимметричных коротких замыканиях, а также при обрывах фаз	Проверочное задание
Дуговые перенапряжения. Гипотезы развития дуговых перенапряжений. Моделирование и методы исследования дуговых перенапряжений. Дуговые перенапряжения в сети с заземлением нейтрали через дугогасящий реактор. Методы ограничения дуговых перенапряжений.	ОПК-2 ПК-2	основы физики электромагнитных и электромеханических переходных процессов в синхронных и асинхронных машинах, узлах комплексной нагрузки и электроэнергетической системе в целом	составлять расчетные схемы и соответствующие схемы замещения по отношению к токам прямой, обратной и нулевой последовательностей и определять параметры различных элементов этих схем разными методами	навыками расчетов переходных процессов при трехфазных и несимметричных коротких замыканиях, а также при обрывах фаз	
Коммутационные перенапряжения в сети с заземлением нейтрали через дугогасящий реактор. Перенапряжения при обрыве тока в реакторе при ликвидации замыканий на землю. Методы расчетов. Требования к размещению дугогасящих реакторов.	ОПК-2 ПК-2	основы физики электромагнитных и электромеханических переходных процессов в синхронных и асинхронных машинах, узлах комплексной нагрузки и электроэнергетической системе в целом		навыками расчетов переходных процессов при трехфазных и несимметричных коротких замыканиях, а также при обрывах фаз	
Коммутационные перенапряжения. Виды,	ОПК-2	методы анализа статической и	составлять	навыками расчетов	Контрольный

<p>характеристики и особенности формирования. Коммутации ненагруженных трансформаторов. Преобразование энергий. Учет характеристик коммутационных аппаратов. Методы оценки перенапряжений. Ограничение перенапряжений. Коммутации ненагруженных ЛЭП. Методы моделирования и оценки характеристик перенапряжений. Мероприятия, ограничивающие уровни перенапряжений.</p>	ПК-2	<p>динамической устойчивости электроэнергетических систем, а также основные мероприятия по обеспечению статической, динамической и результирующей устойчивости систем</p>	<p>расчетные схемы и соответствующие схемы замещения по отношению к токам прямой, обратной и нулевой последовательностей и определять параметры различных элементов этих схем разными методами</p>	<p>переходных процессов при трехфазных и несимметричных коротких замыканиях, а также при обрывах фаз</p>	опрос
<p>Резонансные перенапряжения. Эффект Ферранти. Методы расчетов. Анализ факторов, влияющих на уровень перенапряжений. Методы ограничения перенапряжений при проявлении емкостного эффекта.</p>	ОПК-2 ПК-2	<p>общие закономерности развития внутренних перенапряжений на объектах электроэнергетики высокого и сверхвысокого напряжения в зависимости от режима заземления нейтрали</p>		<p>общими методами анализа переходных и установившихся процессов, возникающих при развитии внутренних перенапряжений</p>	
<p>Резонансные перенапряжения и защита от них, резонансное смещение нейтрали, емкостной эффект в симметричных режимах линий электропередачи (двухстороннее питание электропередачи)</p>	ОПК-2 ПК-2	<p>общие закономерности развития внутренних перенапряжений на объектах электроэнергетики высокого и сверхвысокого напряжения в зависимости от режима заземления нейтрали</p>		<p>общими методами анализа переходных и установившихся процессов, возникающих при развитии внутренних перенапряжений</p>	Контрольный опрос
<p>Резонансные перенапряжения в неполнофазных режимах блочных электропередач. Резонансные перенапряжения в несимметричных режимах. Мероприятия по подавлению нечетных гармоник.</p>	ОПК-2 ПК-2	<p>общие закономерности развития внутренних перенапряжений на объектах электроэнергетики высокого и сверхвысокого напряжения в зависимости от режима заземления нейтрали</p>		<p>навыками расчетов переходных процессов при трехфазных и несимметричных коротких замыканиях, а также при обрывах фаз</p>	
<p>Самовозбуждение генераторов, работающих на емкостную нагрузку; перенапряжения в переходных режимах при коммутациях, плановых и аварийных, разрыв передачи вследствие асинхронного хода.</p>	ОПК-2 ПК-2	<p>общие закономерности развития внутренних перенапряжений на объектах электроэнергетики высокого и сверхвысокого напряжения в зависимости от режима заземления нейтрали</p>		<p>навыками решения задачи координации изоляции по условию воздействия внутренних перенапряжений с учетом атмосферных перенапряжений и длительно воздействующих рабочих напряжений</p>	

<p>Коммутационные перенапряжения при АПВ и отключениях шунтирующих реакторов, нештатных режимов (асинхронный режим). Статистические характеристики коммутационных перенапряжений. Факторы, влияющие на кратность перенапряжений. Высокочастотные перенапряжения при коммутациях ненагруженных шин. Условия формирования, методы оценки и ограничений. Организационные мероприятия.</p>	<p>ОПК-2 ПК-2</p>	<p>основы физики электромагнитных и электромеханических переходных процессов в синхронных и асинхронных машинах, узлах комплексной нагрузки и электроэнергетической системе в целом</p>	<p>составлять расчетные схемы и соответствующие схемы замещения по отношению к токам прямой, обратной и нулевой последовательностей и определять параметры различных элементов этих схем разными методами</p>	<p>навыками расчетов переходных процессов при трехфазных и несимметричных коротких замыканиях, а также при обрывах фаз</p>	<p>Проверочное задание</p>
<p>Феррорезонансные перенапряжения. Физика возбуждения. Феррорезонансные явления при последовательном соединении нелинейной индуктивности трансформаторов и емкости сети.</p>	<p>ОПК-2 ПК-2</p>	<p>общие закономерности развития внутренних перенапряжений на объектах электроэнергетики высокого и сверхвысокого напряжения в зависимости от режима заземления нейтрали</p>		<p>навыками решения задачи координации изоляции по условию воздействия внутренних перенапряжений с учетом атмосферных перенапряжений и длительно действующих рабочих напряжений</p>	
<p>Феррорезонансные перенапряжения при последовательно-параллельном включении нелинейной индуктивности трансформаторов и емкости сети. Перенапряжения при отключениях шин с трансформаторами напряжения. Методы ограничения феррорезонансных перенапряжений</p>	<p>ОПК-2 ПК-2</p>	<p>основы физики электромагнитных и электромеханических переходных процессов в синхронных и асинхронных машинах, узлах комплексной нагрузки и электроэнергетической системе в целом</p>	<p>составлять расчетные схемы и соответствующие схемы замещения по отношению к токам прямой, обратной и нулевой последовательностей и определять параметры различных элементов этих схем разными методами</p>	<p>навыками расчетов переходных процессов при трехфазных и несимметричных коротких замыканиях, а также при обрывах фаз</p>	

Координация изоляции. Задачи координации изоляции. Критерии выбора изоляции ЛЭП. Характеристики защитных аппаратов. Координация изоляции электрооборудования подстанций.	ОПК-2 ПК-2	общие закономерности развития внутренних перенапряжений на объектах электроэнергетики высокого и сверхвысокого напряжения в зависимости от режима заземления нейтрали		общими методами анализа переходных и установившихся процессов, возникающих при развитии внутренних перенапряжений	
--	---------------	---	--	---	--

Критерии и шкалы оценивания

1. Контрольный опрос

Процент правильных ответов	До 60	61-80	81-100
Количество баллов	3	5	10

2. Проверочное задание

Процент правильных заданий	До 60	61-80	81-100
Количество баллов	4	10	15

Типовые контрольные задания и методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Самостоятельная работа студентов реализуется в виде:

1. подготовки к контрольным работам;
2. подготовки к семинарским (практическим) занятиям;

Самостоятельная работа является наиболее продуктивной формой образовательной и познавательной деятельности студента в период обучения

Текущая самостоятельная работа, направленная на углубление и закрепление знаний студента, развитие практических умений включает:

- работу с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуальному заданию;
- опережающую самостоятельную работу;
- выполнение домашних заданий;
- изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- подготовку к практическим занятиям;
- подготовку к контрольным работам, экзамену.

Содержание самостоятельной работы студентов по дисциплине

С целью развития творческих навыков у студентов при изучении настоящей дисциплины определен перечень тем рефератов по наиболее проблемным задачам и вопросам теоретического и практического плана:

Темы, выносимые на самостоятельную проработку:

1. Темы для самостоятельной работы

1. Основные действия над матрицами различных видов и трудоемкость основных операций.
2. Понятие функции от матрицы
3. Основные свойства элементарных функций от матричного аргумента.
4. Сопоставление численно-аналитических методов с численными методами интегрирования систем дифференциальных уравнений.
5. Изменение свойств корней характеристического уравнения при росте активных потерь в катушке индуктивности и росте утечек через изоляцию конденсатора
6. Изменение структуры матриц при последовательном упрощении схем замещения устройства
7. Вывод выражений для разложения Холецкого.
8. Метод Гивенса. Метод деления пополам. Метод Стрелкова. Примеры использования стандартных программ.

9. Расчет переходных процессов с учетом частотных зависимостей параметров схем замещения высоковольтных устройств. Интегральные преобразования Фурье по Карсону и Лапласу.
10. Методы экспериментального определения частотно зависимых параметров устройств.
11. Основные положения быстрого преобразования Фурье для периодических процессов
12. Переход от интегрирования вдоль мнимой оси к анализу процессов в комплексной плоскости
13. Аналитические и численные этапы решения при заданной форме внешних воздействий в многоузловых схемах.
14. Место расположения особых точек решения на комплексной плоскости.
15. Виды уравнений в частных производных, встречающихся в задачах расчета переходных процессов в цепях.
16. Расчет параметров многопроводной воздушной линии электропередачи с учетом поверхностного эффекта в земле.
17. Доказательство независимости волновых каналов.
18. Условия возникновения и существования субгармонического резонанса .
19. Перенапряжения при разрыве электропередачи вследствие несимметричных КЗ и асинхронного хода.
20. Перенапряжения при дуговых замыканиях на землю.
21. – Смещение нейтрали в сетях с дугогасящими реакторами.
22. Меры профилактики высоковольтной изоляции воздушных линий электропередач.
23. Переходные процессы в RLC контурах. Аperiodические и колебательные процессы.
24. Назначение и классификация заземляющих устройств. Защита изоляции нейтрали силовых трансформаторов. Векторные диаграммы токов и напряжений в RLC контуре.
25. Физика электрических разрядов в диэлектриках. Моделирование элементов с нелинейными параметрами. Вольт-амперная характеристика дуги. Условия горения дуги переменного тока.
26. Векторные диаграммы электрических сетей. Параметры воздушных и кабельных линий электропередачи. Характеристики сетей 6 – 35 кВ. Типы и характеристики дугогасящих реакторов.
27. Эквивалентирование электрических схем. Метод эквивалентного генератора. Виды замыканий в трехфазной сети.
28. Виды коммутаций, типы коммутационных аппаратов. Требования, предъявляемые к коммутационным аппаратам.
29. Конструкции и характеристики коммутационных и защитных аппаратов.
30. Волновые уравнения, граничные условия, методы решения. Влияние параметров конечных устройств. Схемы включения обмоток силовых трансформаторов.
31. Метод симметричных составляющих при преобразованиях трехфазных токов и напряжений. Типы и схемные решения электропередач.
32. Типы, конструкции и характеристики синхронных машин. Магнитное поле синхронной машины.
33. Классификация нарушений в электрической сети. Ликвидация аварийных режимов в электрических сетях. Автоматическое повторное включение.
34. Характеристики коммутационных аппаратов. Конструкции трансформаторов тока.
35. Резонансные явления. Резонанс токов и напряжений. Характеристики намагничивания магнетиков. Критерии устойчивости.
36. Типы электрооборудования электроэнергетических систем. Изоляция линий и электрооборудования станций и подстанций. Характеристики изоляции.
37. Влияние режима нейтрали на импульсный уровень изоляции электрооборудования;
38. Влияние режима нейтрали на надежность электроснабжения потребителей;
39. Влияние индивидуальных характеристик выключателей на уровень коммутационных перенапряжений;

40. Статистический подход к выбору изоляции линий электропередачи;
41. Конструкции линий электропередачи сверхвысокого напряжения;
42. Оборудование для исключения резонансных перенапряжений в сетях с изолированной нейтралью;
43. Влияние характеристик вентильных разрядников на импульсный уровень изоляции электрических систем;
44. Влияние реакторов поперечной компенсации на вынужденную составляющую перенапряжений.
45. Влияние установок продольной компенсации на вынужденную составляющую
46. перенапряжений.
47. Перенапряжения при несимметричном отключении фаз.
48. Перенапряжения при неполнофазных режимах в дальних ЛЭП.
49. Понятие о параметрическом резонансе.
50. Самовозбуждение генераторов, работающих на ненагруженную линию.
51. Резонансные перенапряжения на высших гармониках.
52. Явление переходного резонанса.

Пример вопросов для контрольного опроса

1. Объяснить специфические особенности рассматриваемых процессов.
2. В чем проявляются отличия от аналогичных коммутаций других элементов электрической сети.
3. Зависимость условий формирования перенапряжений от типа коммутационного аппарата.
4. Понятие резонансных явлений. Сопоставить резонанс токов и резонанс напряжений.
5. Установить причинно – следственную связь процессов намагничивания и резонансных явлений.
6. Объяснить рассматриваемые процессы с позиций закона сохранения энергии.
7. Физика и типы электрических разрядов в воздухе. Условия формирования.
8. Условия формирования дугового разряда. Энергетический баланс.
9. Отличительные признаки процессов формирования рассматриваемых перенапряжений в сети разного класса напряжения.
10. Зависимость кратности перенапряжений от класса напряжения сети.
11. Зависимость запаса прочности изоляции в зависимости от класса напряжения сети.
12. Влияние активного сопротивления элементов сети в нормальных, аварийных режимах работы и при формировании перенапряжений.
13. Чем отличаются процессы формирования высокочастотных перенапряжений и коммутационных при коммутациях ненагруженных линий?
14. Как влияет вид коммутации (отключение или включение) на характеристики рассматриваемых перенапряжений?
15. Разница понятий: длительность перенапряжений и их повторяемость.
16. Принципиальная разница методов заземления нейтралей сети: эффективное заземление, заземление через реактор, заземление через сопротивление и полная изоляция.
17. Для какой изоляции опасны рассматриваемые перенапряжения.
18. Поясните влияние характеристик вентильного разрядника на импульсный уровень изоляции электрической системы?
19. Характеристические параметры ЭП.
20. Общие уравнения 4-х полюсника.
21. Покажите влияние предвключенного сопротивления на величину резонансных перенапряжений.
22. Соединение 4-х полюсников по цепной схеме.
23. Коэффициенты 4-х полюсника для последовательного сопротивления.

24. Поясните влияние реактора поперечной компенсации, включенного на питающих шинах, на величину резонансных перенапряжений.
25. Учет насыщения стали трансформаторов.
26. Реактор включен в конце линии. Найдите вынужденную составляющую напряжения на конце ЛЭП.
27. Поясните влияние короны на вынужденную составляющую напряжения
28. Физический смысл эффекта Ферранти
29. Теорема преобразования плотности
30. Как определить вероятность перекрытия гирлянды изоляторов
31. Перечислите факторы, определяющие статистичность резонансных перенапряжений
32. Что представляет собой ударный коэффициент перенапряжений
33. Характеристические параметры электропередачи.
34. Соединение 4-х-полюсников по цепной схеме.
35. Резонансные перенапряжения на основной частоте при холостом ходе электропередачи в установившемся режиме при источнике бесконечной мощности.
36. Физический смысл эффекта Ферранти.
37. Резонансные перенапряжения на основной частоте при холостом ходе электропередачи в установившемся режиме при источнике ограниченной мощности.
38. Выбор выключателя для синхронизации.
39. Влияние короны на резонансные перенапряжения в электрических системах.
40. Резонансные перенапряжения на высших гармониках.
41. Резонансные перенапряжения при неполнофазных режимах в дальних ЛЭП.
42. Резонансные перенапряжения при несимметричном отключении фаз в системах с изолированной нейтралью.
43. Докажите устойчивость режима точки «А» при феррорезонансе.
44. Докажите устойчивость или неустойчивость режима точки «в» при феррорезонансе в элементарном колебательном контуре.
45. Влияние насыщения стали трансформаторов на вынужденную составляющую напряжения.
46. Резонансные перенапряжения при несимметричном отключении фаз. Однофазная схема замещения 3-х фазной системы.
47. Нелинейный гармонический резонанс в элементарном колебательном контуре. Влияние активного сопротивления на установившиеся режимы при феррорезонансе.
48. Влияние реакторов поперечной компенсации на вынужденную составляющую напряжения.
49. Перенапряжения на основной частоте при несимметричном К.З. на односторонне питаемой линии.
50. Параметрический резонанс.
51. Самовозбуждение генераторов, работающих на ёмкостную нагрузку.
52. Субгармонический резонанс.
53. Статистические характеристики вынужденной составляющей напряжения.
54. Перенапряжения при однофазном К.З. на землю в системах с незаземленной нейтралью. Теория Петерсена.
55. Меры ограничения перенапряжений при отключении ненагруженных трансформаторов.
56. Стадии теории Петерсена.
57. Почему отличаются коммутационные перенапряжения при АПВ для НЭР и грозового режима.
58. Назначение дугогасящей катушки. 3 режима настройки ДГК.
59. Требования к восстанавливающемуся напряжению на контактах выключателей.
60. Влияние дугогасящей катушки на процесс развития перенапряжений по теории Петерсена.

61. Расчет распределения вероятностей амплитуд коммутационных перенапряжений..
62. Смещение нейтрали в сетях с дугогасящей катушкой.
63. Коммутационные перенапряжения при разрыве электропередачи вследствие качаний.
64. Положительные и отрицательные качества дугогасящей катушки.
65. Коммутационные перенапряжения на поврежденной фазе при разрыве передачи, оборудованной установкой продольной компенсации (УПК).
66. Оценка вероятности перекрытия изоляции ЛЭП при коммутационных перенапряжениях в сухую погоду.
67. Процессы восстановления напряжения на контактах генераторных выключателей.
68. Общие методы прогнозирования коммутационных перенапряжений.
69. Коммутационные перенапряжения на здоровых фазах электропередачи при отключении К.З..
70. Коммутационные перенапряжения, возникающие при АПВ.
71. Меры ограничения перенапряжений при отключении ненагруженных линий.
72. Явление переходного резонанса.
73. Коммутационные перенапряжения, возникающие при отключении конденсаторов.
74. Коммутационные перенапряжения при плановом включении ненагруженной линии.
75. Коммутационные перенапряжения, возникающие при АПВ.
76. Назначение дугогасящей катушки. Достоинства и недостатки ДГК.
77. Коммутационные перенапряжения, возникающие при отключении ненагруженных линий.
78. Оценка вероятности перекрытия изоляции ЛЭП при коммутационных перенапряжениях в сухую погоду.
79. Коммутационные перенапряжения, возникающие при отключении ненагруженных трансформаторов.
80. Напряжения, воздействующие на изоляцию в процессе эксплуатации.
81. Координация изоляции линии электропередачи.
82. Координация изоляции подстанции.
83. Режимы нейтрали электрических систем.

Контроль самостоятельной работы студентов

Контроль самостоятельной работы студентов и качество освоения дисциплины осуществляется посредством:

- защиты рефератов по выполненным обзорным работам и исследованиям;
- результатов ответов на контрольные вопросы;
- опроса студентов на практических занятиях;

При выполнении самостоятельной работы студенты имеют возможность пользоваться специализированными источниками, приведенными в разделе 7. «Учебно – методическое и информационное обеспечение дисциплины» и Internet-ресурсами.

Для текущей оценки качества освоения дисциплины разработаны и используются следующие средства:

- список контрольных вопросов по отдельным темам и разделам (приведен ниже);
- комплект заданий по теоретическим вопросам;
- перечень тем рефератов по наиболее проблемным задачам и вопросам теоретического и практического плана изучаемой дисциплины.

Варианты проверочных заданий

Задание № 1.

1. Общее уравнение прямой.
2. Закон электромагнитной индукции
3. Второй закон Ньютона.

Задание № 2.

1. Уравнение окружности, эллипса, параболы, гиперболы.
2. Виды ионизации
3. Принцип суперпозиции полей.

Задание № 3.

1. Производная и ее вычисление.
2. Изоляция ЛЭП.
3. Метод наложения

Задание № 4.

1. Ряд Тейлора;
2. Электрическое поле, причины появления
3. Метод симметричных составляющих.

Задание № 5.

- Сущность операторного метода расчета переходных процессов.
- Однородное дифференциальное уравнение.
- Типы выключателей ВН.

Примерные экзаменационные вопросы по курсу «Переходные процессы и перенапряжения»

1. Основные операции с матрицами. Трудоемкость.
2. СЗ и СВ - формальные определения. Приведение системы дифференциальных уравнений LC-контура к задаче нахождения СЗ и СВ.
3. Решение системы дифференциальных уравнений через матричную экспоненту.
4. Сопоставление различных способов решения дифференциальных уравнений.
5. СЗ для схемы с потерями. Физический смысл СЗ.
6. Структура матриц коэффициентов системы дифференциальных уравнений для сложной схемы.
7. Решение системы диф.уравнений для сложной схемы без потерь.
8. Преобразование подобия.
9. Основные положения QR-алгоритма.
10. Нахождение СЗ и СВ для вещественных симметричных матриц. Плоские вращения. Метод Якоби.
11. Интегральные преобразования Фурье по Лапласу и Карсону.
12. Решение систем дифференциальных уравнений с помощью преобразования Фурье.
13. Частотные характеристики типовых внешних воздействий и в узлах схемы.
14. Алгоритм обратного преобразования Фурье.
15. Модифицированное преобразование Фурье.
16. Применение преобразование Лапласа для решения одного дифференциального уравнения.
17. Общий вид решения неоднородной системы диф.уравнений с помощью преобразования Лапласа.
18. Решение систем диф.уравнений с помощью преобразования Фурье.
19. Расположение особых точек на комплексной плоскости. Сопоставление решений систем диф.уравнений через СЗ и СВ, а также с помощью интегральных преобразований.
20. Применение преобразования Лапласа к уравнениям в частных производных. Решение уравнений многопроводной линии.
21. Система волновых каналов многопроводной линии с потерями.

22. Общая характеристика и классификация перенапряжений в высоковольтных сетях.
23. Разновидности внутренних перенапряжений и их краткая характеристика.
24. Характеристика уровня изоляции сетей. Составляющие допустимой кратности внутренних перенапряжений и их длительности.
25. Назначение рабочих заземлений в сетях высокого напряжения. Деление сетей по типу заземления нейтрали силовых трансформаторов.
26. Резонансные перенапряжения на высших гармониках при несимметричном замыкании на ЛЭП.
27. Перенапряжения при отключении малых индуктивных токов. Отключение ненагруженных силовых трансформаторов.
28. Методы ограничения перенапряжений при отключении ненагруженных трансформаторов.
29. Перенапряжения при обрывах тока в дугогасящей катушке.
30. Общая характеристика теоретических представлений о развитии дуговых перенапряжений.
31. Теория Петерса – Слепяна. Принимаемые допущения, предельные оценки кратности дуговых перенапряжений.
32. Сопоставление гипотез Петерсена и Беякова.
33. Эффективное заземление нейтрали силовых трансформаторов. Векторная диаграмма напряжений и токов в сети при однофазном заземлении.
34. Характеристика сети с изолированной нейтралью. Векторная диаграмма токов и напряжений при однофазном замыкании.
35. Компенсация емкостного тока замыкания на землю. Векторная диаграмма токов и напряжений в сети с дугогасящим реактором при замыкании на землю.
36. Общая характеристика квазистационарных перенапряжений. Резонансные перенапряжения на рабочей частоте.
37. Определение кратности перенапряжений в начале и в конце ненагруженной линии вследствие емкостного эффекта.
38. Методы компенсации емкостного эффекта длинных линий. Расчет кратности перенапряжений при использовании компенсирующих устройств.
39. Перенапряжения при коммутациях ЛЭП. Оценка кратности перенапряжений.
40. Отключения ненагруженных линий электропередачи. Описание физических процессов при оценке максимально возможных перенапряжений.
41. Высокочастотные перенапряжения при коммутациях ненагруженных шин.
42. Феррорезонанс при последовательном включении трансформатора и емкости. Влияние активных потерь. Векторные диаграммы.
43. Феррорезонанс при последовательно-параллельном включении нелинейной индуктивности и емкостей. Влияние активных потерь. Векторная диаграмма.
44. Феррорезонансные перенапряжения при отключениях шин с трансформаторами напряжения.
45. Меры борьбы с феррорезонансными перенапряжениями в трансформаторах напряжения.
46. Методы ограничения высокочастотных перенапряжений при коммутациях шин.
47. Физика возникновения резонансных перенапряжений при несимметричных режимах.
48. Понятие координации изоляции электроустановок. Методы оценки электрической прочности изоляционных конструкций.
49. Характеристика напряжений, воздействующих на изоляцию электрооборудования.
50. Координация изоляции линий электропередачи.
51. Координация изоляции подстанционного оборудования.