

Северский технологический институт –

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

(СТИ НИЯУ МИФИ)

Кафедра «Электрооборудования и автоматизации технологических процессов»

ОДОБРЕНО
Ученым советом СТИ НИЯУ МИФИ
протокол № 5 от 28.06.2023

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

НАИМЕНОВАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Электроснабжение

Форма обучения: очная

Семестр	Трудоемкость, ЗЕ	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практические занятия, час.	Лабораторные работы, час.	В форме практической подготовки / в интерактивной форме, час.	СРС, час.	Форма(ы) контроля (Э, З, ДифЗ, КР, КП)
7	4	144	16	16	16	16	96	Экз.
Итого	4	144	16	16	16	16	96	

Аннотация

Рабочая программа дисциплины «Электромагнитная совместимость» составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта НИЯУ МИФИ и рабочим учебным планом по направлению подготовки (специальности) 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», образовательной программы «Электроснабжение».

В результате освоения дисциплины, у выпускника должны быть сформированы следующие результаты обучения (РО):

1) **знать:**

3.1 источники и виды электромагнитных помех, их характеристики, каналы распространения и способы защиты от них, требования к качеству электрической энергии и способы измерения его характеристик

3.2 основные требования, предъявляемые к помехоустойчивости современной аппаратуры вторичных цепей подстанционного оборудования

2) **уметь:**

У.1 применять компьютерную технику и информационные технологии в своей профессиональной деятельности;

У.2 применять методы математического анализа при проведении научных исследований и решении прикладных задач в профессиональной сфере;

У.3 формулировать требования к технико-экономическим показателям системы обеспечения электромагнитной совместимости в соответствии с имеющейся электромагнитной обстановкой;

У.4 применять инженерные методы расчета и выбора средств защиты от помех

У.5 определять необходимость проведения организационно-технических мероприятий по улучшению электромагнитной обстановки и повышению электромагнитной совместимости;

У.6 планировать эксперименты для решения определенной задачи профессиональной деятельности.

3) **владеть или быть в состоянии продемонстрировать:**

В.1 методами испытаний средств защиты от электромагнитных помех;

В.2 опытом работы с научно-технической, нормативной и справочной литературой, стандартами или другими нормативными материалами;

В.3 опытом применения конкретных теоретических знаний для решения конкретных практических задач по защите электрооборудования от воздействующих электромагнитных помех.

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями освоения дисциплины «Электромагнитная совместимость» являются:

формирование у студентов системы знаний об электромагнитной обстановке на станциях и подстанциях и факторах, влияющих на нее, о необходимости системного подхода к обеспечению электромагнитной совместимости технических средств в электрических сетях среднего и высокого классов напряжения.

Основными задачами дисциплины являются:

- познакомить с методами системного подхода к обеспечению электромагнитной совместимости технических средств в электрических сетях среднего и высокого классов напряжения;

- дать информацию об электромагнитной обстановке на станциях и подстанциях и факторах, влияющих на нее.

2 Место учебной дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Электромагнитная совместимость» (Б1.В.ОД.1.9) - Профессиональный модуль образовательной программы.

3 Формируемые компетенции и планируемые результаты обучения

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
тип задач профессиональной деятельности: эксплуатационный			
Проверка технического состояния и остаточного ресурса, организация профилактических осмотров, диагностики и текущего ремонта объектов профессиональной деятельности. Обеспечение установленного режима работы по напряжению, нагрузке, температуре и других необходимых параметров, а также контроля выполнения режимных оперативных переключений в распределительных устройствах объектов профессиональной деятельности.	Электрические станции и подстанции. Электроэнергетические системы и сети. Системы электроснабжения городов, промышленных предприятий, сельского хозяйства, транспортных систем и их объектов. Установки высокого напряжения различного назначения, электроизоляционные материалы, конструкции и средства их диагностики, системы защиты от молнии и перенапряжений, средства обеспечения электромагнитной совместимости оборудования, высоковольтные электротехнологии. Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем. Энергетические установки, электростанции и комплексы на базе возобновляемых источников энергии.	ПК-4 Способен соблюдать и оценивать параметры пусковых режимов оборудования с обеспечением своевременного и безопасного включения его в работу	З-ПК-4 Знать: главные схемы и схемы собственных нужд электростанции, способов обеспечения нормальных режимов работы оборудования и предотвращения и/или ликвидации ненормальных и аварийных режимов У-ПК-4 Уметь: выполнять требования нормативно-технической документации, организовывать и контролировать процесс выполнения работ подчиненным оперативным персоналом смены цеха при вводе в работу турбогенераторов, трансформаторов, автотрансформаторов и шунтирующих реакторов В-ПК-4 Владеть: навыками работы с современными системами управления, сбора и передачи данных, постоянного мониторинга состояния оборудования, параметров его режима работы и их анализа

4 Воспитательный потенциал учебной дисциплины

Воспитательный потенциал дисциплины «Электромагнитная совместимость» отражен в Рабочей программе воспитания в Северском технологическом институте – филиале федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» (<http://www.ssti.ru/education.html>/Информация по образовательным программам).

5 Структура и содержание учебной дисциплины

5.1 Основные разделы дисциплины, трудоемкость и виды учебной работы

Настоящая рабочая программа составлена для формы обучения «очная» по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», образовательной программе «Электроснабжение».

Общая трудоемкость дисциплины составляет в зачетных единицах – 4, 144 час., обучение по дисциплине проходит в семестре 7.

Дисциплина (модуль) содержит разделы:

- раздел 1 – «Общие вопросы электромагнитной совместимости»
- раздел 2 – «Механизмы появления помех и мероприятия по их снижению»
- раздел 3 – «Определение электромагнитной обстановки на объектах электроэнергетики»

Трудоемкость, формы и график контроля по разделам дисциплины представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Трудоемкость, формы и график контроля отдельных разделов дисциплины

№	Наименование раздела	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость, час				Аттестационные мероприятия		Макс. балл за раздел
		Лекции	Практ. занятия	Лабор. работы	Самост. работа	Текущий контроль (нед/форма)	Аттестация раздела (нед/форма)	
7 семестр (18 недель)								
1	Общие вопросы электромагнитной совместимости	6	4	6	18	2/ЛР1, 4/ЛР2, 6/ЛР3, 1/Зд1, 3/Зд2, 4/Зд3	6/КР1	20
2	Механизмы появления помех и мероприятия по их снижению	6	6	6	24	8/ЛР4, 10/ЛР5, 12/ЛР6, 5/Зд4, 7/Зд5, 9/Зд6, 5/Зд7	12/КР2	20
3	Определение электромагнитной обстановки на объектах	4	6	4	18	18/ЛР7, 11/Зд8, 17/Зд9, 5/Зд10	18/КР3	20

	электроэнергетики						
	Экзамен				36		40
Итого за 7 семестр:		16	16	16	96		100

В таблице 2 представлено соответствие содержания каждого раздела и результатов обучения, что позволяет оценить их вклад в достижение целей курса.

Таблица 2 – Соответствие содержания требуемым результатам обучения

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Номера разделов	Аттестационные мероприятия
– Знать: главные схемы и схемы собственных нужд электростанции, способов обеспечения нормальных режимов работы оборудования и предотвращения и/или ликвидации ненормальных и аварийных режимов (З-ПК-4)	1, 2, 3	ЛР1, ЛР2, ЛР3, Зд1, Зд2, КР1, ЛР4, ЛР5, ЛР6, Зд4, Зд5, Зд6, КР2, ЛР7, Зд8, Зд9, Зд10, КР3, Экзамен (7 сем.)
– Уметь: выполнять требования нормативно-технической документации, организовывать и контролировать процесс выполнения работ подчиненным оперативным персоналом смены цеха при вводе в работу турбогенераторов, трансформаторов, автотрансформаторов и шунтирующих реакторов (У-ПК-4)	1, 2, 3	ЛР1, ЛР2, ЛР3, Зд1, Зд2, КР1, ЛР4, ЛР5, ЛР6, Зд4, Зд5, Зд6, КР2, ЛР7, Зд8, Зд9, Зд10, КР3, Экзамен (7 сем.)
– Владеть: навыками работы с современными системами управления, сбора и передачи данных, постоянного мониторинга состояния оборудования, параметров его режима работы и их анализа (В-ПК-4)	1, 2, 3	ЛР1, ЛР2, ЛР3, Зд1, Зд2, КР1, ЛР4, ЛР5, ЛР6, Зд4, Зд5, Зд6, КР2, ЛР7, Зд8, Зд9, Зд10, КР3, Экзамен (7 сем.)

5.2 Содержание лекционного курса дисциплины

Содержание лекционного курса дисциплины представлено в таблице 4.

Таблица 3 – Содержание и трудоемкость лекционного курса по разделам в целом по дисциплине

Содержание разделов / тематика разделов	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
Раздел 1 Общие вопросы электромагнитной совместимости	
1.1 Общие вопросы электромагнитной совместимости. Электромагнитная совместимость. Электромагнитные влияния. Уровень помех. Помехоподавление. Логарифмические относительные характеристики. Уровни помех. Степень передачи. Помехоподавление.	2

Содержание разделов / тематика разделов	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
1.2 Основные типы и возможные диапазоны значений электромагнитных помех. Узкополосные и широкополосные процессы. Противофазные и синфазные помехи. Земля и масса. Способы описания и основные параметры помех. Способы описания и основные параметры помех. Представление периодических функций времени в частотной области. Ряд Фурье. Представление непериодических функций времени в частотной области. Интеграл Фурье.	2
1.3 Учет путей передачи и приемников электромагнитных помех. Нелинейные неинерционные и линейные инерционные системы. Импульсная переходная функция. Передаточная функция. Обратное преобразование Фурье. Шириной полосы пропускания частотной характеристики. Источники электромагнитных помех. Функциональные источники. Нефункциональные источники. Классификация источников помех. Энергетический спектр импульсного и периодического процесса. Ширина полосы энергетического спектра. Широкополосные и узкополосные помехи. Шумовые и переходные помехи.	1
1.4 Источники узкополосных и широкополосных помех. Передатчики связи. Генераторы высокой частоты. Радиоприемники. Приборы с кинескопами. Вычислительные системы. Коммутационные устройства. Влияние на сеть. Влияние линий электроснабжения. Автомобильные устройства зажигания. Газоразрядные лампы. Коллекторные двигатели. Воздушные линии высокого напряжения. Источники широкополосных переходных помех.	1
<i>Итого по разделу 1:</i>	6
Раздел 2 Механизмы появления помех и мероприятия по их снижению	
2.1 Гальваническое влияние. Емкостное влияние. Индуктивное влияние.. Гальваническое влияние через цепи питания и сигнальные контуры. Гальваническое влияние по контурам заземления. Емкостное влияние через гальванически разделенные контуры. Контуры с общим проводом системы опорного потенциала. Токовые контуры с большой емкостью относительно земли. Емкостное влияние молнии. Индуктивное влияние. Воздействие электромагнитного излучения	2
2.2 Пассивные помехоподавляющие и защитные компоненты.. Фильтры. Принцип действия фильтров. Фильтровые элементы. Сетевые фильтры. Ограничители перенапряжений. Защитные элементы.	2
2.3 Использование экранирования для подавления помех. . Принцип действия экранов. Экранирование приборов и помещений. Экраны кабелей. Материалы для изготовления экранов. Разделительные элементы.	2
<i>Итого по разделу 2:</i>	6

Содержание разделов / тематика разделов	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
Раздел 3 Определение электромагнитной обстановки на объектах электроэнергетики	
3.1 Основные этапы проведения работ по определению электромагнитной обстановки. Исходные данные и состав работ по определению ЭМО на объекте. Воздействие на кабели систем релейной защиты и технологического управления токов и напряжений промышленной частоты. Импульсные помехи, обусловленные переходными процессами в цепях высокого напряжения при коммутациях и коротких замыканиях. Импульсные помехи при ударах молнии. Электромагнитные поля радиочастотного диапазона. Помехи, связанные с возмущениями в цепях питания низкого напряжения.	2
3.2 Экологические аспекты электромагнитной совместимости.. Электромагнитная обстановка на рабочих местах и в быту. Механизмы воздействия электрических и магнитных полей на живые организмы. Нормирование безопасных для человека напряженностей электрических и магнитных полей. Нормирование условий работы персонала и проживания людей в зоне влияния ПС и ВЛ СВН. Нормативная база на радиопомехи и акустические шумы.	2
<i>Итого по разделу 3:</i>	4
Всего по теоретическому разделу дисциплины:	16

5.3 Содержание лабораторного практикума

В таблице 4 представлено содержание и трудоемкость лабораторного практикума дисциплины.

Таблица 4 – Содержание и трудоемкость лабораторного практикума дисциплины

Перечень лабораторных работ по разделам и их содержание	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
Раздел 1 Общие вопросы электромагнитной совместимости	
1.1 Лабораторная работа №1. Измерение напряженности электрического поля промышленной частоты, создаваемого установками высокого напряжения.. Изучение неблагоприятного воздействия и допустимые нормы напряженности электрического поля промышленной частоты, для персонала и населения. Ознакомление с применением измерителя напряженности поля промышленной частоты ПЗ-50. Измерение напряженности электрического поля в высоковольтной лаборатории.	2
1.2 Лабораторная работа № 2. Измерение напряженности магнитного поля промышленной частоты создаваемого установками высокого напряжения.. Изучение неблагоприятного воздействия и допустимых норм напряженности магнитного поля промышленной частоты для персонала и населения. Ознакомление с применением измерителя напряженности поля промышленной частоты ПЗ-50. Измерение напряженности магнитного поля, создаваемого током в высоковольтной лаборатории.	2

Перечень лабораторных работ по разделам и их содержание	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
1.3 Лабораторная работа № 3. Исследование короны переменного тока как источника электромагнитных помех. Ознакомление с причинами появления радиопомех от высоковольтного оборудования и мерами по их ограничению, допустимыми нормами и аппаратурой для измерения.	2
<i>Итого по разделу 1:</i>	6
Раздел 2 Механизмы появления помех и мероприятия по их снижению	
2.1 Лабораторная работа № 4. Исследование экранирующих свойств электромагнитных экранов из разных материалов. Исследование экранирующих свойств электромагнитных экранов из различных материалов. Ознакомление с применением цифрового запоминающего двухканального осциллографа.	2
2.2 Лабораторная работа № 5. Исследование помехоподавляющих свойств фильтров.. Исследование помехоподавляющих свойств фильтров разной структуры в зависимости от частоты сигнала и сопротивления приемника.	2
2.3 Лабораторная работа № 6. Расчет потенциала на поверхности ОРУ и шаговых напряжений при имитации кз.. Ознакомление с программой ОРУ-М и проведение расчета шагового напряжения и потенциала на поверхности над сетчатым заземляющим устройством.	2
<i>Итого по разделу 2:</i>	6
Раздел 3 Определение электромагнитной обстановки на объектах электроэнергетики	
3.1 Лабораторная работа № 7. Расчет потенциалов и токов в заземляющем устройстве, вызванными разрядами молний.. Закрепление навыков использования программы ОРУ-М и проведение расчетов токов и потенциалов в заземляющем устройстве, вызванными разрядами молний.	4
<i>Итого по разделу 3:</i>	4
Всего по лабораторному практикуму дисциплины:	16

5.4 Тематика практических / семинарских занятий

Тематика практических / семинарских занятий и их трудоемкость представлена в таблице 5.

Таблица 5 – Тематика и трудоемкость практических / семинарских занятий

Перечень практических / семинарских занятий по разделам и их содержание	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
Раздел 1 Общие вопросы электромагнитной совместимости	
1.1 Источники электромагнитных помех и их классификация. Решение задач с использованием относительных логарифмических величин.	2
1.2 Каналы передачи электромагнитных помех . Решение задач с использованием относительных логарифмических величин и уровней помех.	2
<i>Итого по разделу 1:</i>	4

Перечень практических / семинарских занятий по разделам и их содержание	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
Раздел 2 Механизмы появления помех и мероприятия по их снижению	
2.1 Расчет коэффициента затухания фильтра.. Расчет коэффициента затухания фильтра заданной конфигурации.	2
2.2 Расчет коэффициента ослабления экрана.. Расчет коэффициента ослабления экрана заданной конфигурации.	2
2.3 Расчет напряжения помехи, вызванной ударом молнии.. Расчет напряжения помехи, индуктируемой полем канала молнии в двухпроводной линии.	2
<i>Итого по разделу 2:</i>	
6	
Раздел 3 Определение электромагнитной обстановки на объектах электроэнергетики	
3.1 Несинусоидальные токи и напряжения в трехфазных цепях. Расчет коэффициентов несинусоидальности и коэффициентов несимметрии по обратной и нулевой последовательности.	2
3.2 Влияние гармоник и несимметрии напряжения . Расчет дополнительные потери от токов высших гармоник и несимметрии напряжения в асинхронном двигателе и цеховом трансформаторе, а также снижение срока службы из-за перегрева токами высших гармоник и токами обратной последовательности.	4
<i>Итого по разделу 3:</i>	
6	
Всего по практическим / семинарским занятиям дисциплины:	
16	

5.5 Курсовое проектирование

Курсовая работа/проект в соответствии с рабочим учебным планом не предусмотрены.

6 Образовательные технологии

При проведении лабораторных работ используются следующие образовательные технологии: Работа в команде, Обучение на основе опыта, Опережающая самостоятельная работа, Исследовательский метод.

При проведении практических занятий используются следующие образовательные технологии: Работа в команде, Методы проблемного обучения, Обучение на основе опыта, Опережающая самостоятельная работа, Исследовательский метод.

Для организации самостоятельной работы используются следующие образовательные технологии: Методы проблемного обучения, Обучение на основе опыта.

Общее число часов занятий, проводимых в интерактивной форме – 16 час.

7 Аннотация фонда оценочных средств

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения:

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационные мероприятия
ПК-4	З-ПК-4	ЛР1, ЛР2, ЛР3, Зд1, Зд2, КР1, ЛР4, ЛР5, ЛР6, Зд4,

		Зд5, Зд6, КР2, ЛР7, Зд8, Зд9, Зд10, КР3, Экзамен (7 сем.)
ПК-4	У-ПК-4	ЛР1, ЛР2, ЛР3, Зд1, Зд2, КР1, ЛР4, ЛР5, ЛР6, Зд4, Зд5, Зд6, КР2, ЛР7, Зд8, Зд9, Зд10, КР3, Экзамен (7 сем.)
ПК-4	В-ПК-4	ЛР1, ЛР2, ЛР3, Зд1, Зд2, КР1, ЛР4, ЛР5, ЛР6, Зд4, Зд5, Зд6, КР2, ЛР7, Зд8, Зд9, Зд10, КР3, Экзамен (7 сем.)

Шкалы оценки образовательных достижений. Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего (**60 баллов**) и промежуточного контроля (**40 баллов**). Для допуска к промежуточному контролю по дисциплине студенту в течение календарного модуля необходимо набрать не менее 60% баллов при условии сдачи **всех** дисциплинарных разделов. Раздел считается сданным, если выполнены все виды контроля и набрано по ним не менее 60 % баллов от максимального по разделу.

В соответствии с учебным планом промежуточная аттестация в конце семестра осуществляется в форме Экзамена.

Аттестация в 7 семестре:

Вид контроля	Наименование видов контроля	Максимальная положительная оценка в баллах	Минимальная положительная оценка в баллах
Текущая аттестация			
ЛР1	Лабораторная работа	3	1.8
ЛР2	Лабораторная работа	3	1.8
ЛР3	Лабораторная работа	3	1.8
Зд1	Задание (задача)	2	1.2
Зд2	Задание (задача)	2	1.2
Зд3	Задание (задача)	2	1.2
КР1	Контрольная работа	5	3
ЛР4	Лабораторная работа	2	1.2
ЛР5	Лабораторная работа	2	1.2
ЛР6	Лабораторная работа	2	1.2
Зд4	Задание (задача)	2	1.2
Зд5	Задание (задача)	3	1.8
Зд6	Задание (задача)	2	1.2
Зд7	Задание (задача)	2	1.2
КР2	Контрольная работа	5	3
ЛР7	Лабораторная работа	6	3.6
Зд8	Задание (задача)	3	1.8
Зд9	Задание (задача)	3	1.8
Зд10	Задание (задача)	3	1.8
КР3	Контрольная работа	5	3
Сумма:		60	36
Промежуточная аттестация			
Экзамен		40	24
Итого:		100	60

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов по дисциплине	100–90	89–85	84–75	74–70	69–65	64–60	ниже 60
Оценка (ECTS)	A	B	C	D		E	F
Оценка по 4-х бальной шкале	отлично (отл.)	хорошо (хор.)			удовлетворительно (удовл.)		неудовлетворительно (неуд.)
Зачет	Зачтено						Не зачтено

Оценка «*отлично*» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.

Оценка «*хорошо*» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.

Оценка «*удовлетворительно*» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.

Оценка «*неудовлетворительно*» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

Вопросы для Экзамена (7 семестр):

- 1 Логарифмические относительные характеристики. Уровни помех.
- 2 Степень передачи. Помехоподавление.
- 3 Узкополосные и широкополосные процессы.
- 4 Противофазные и синфазные помехи.
- 5 Земля и масса.
- 6 Способы описания и основные параметры помех.
- 7 Представление периодических функций времени в частотной области. Ряд Фурье.
- 8 Представление непериодических функций времени в частотной области. Интеграл Фурье.
- 9 Возможные диапазоны значений электромагнитных помех.
- 10 Спектры некоторых периодических и импульсных процессов.
- 11 Учет путей передачи и приемников электромагнитных помех.
- 12 Классификация источников помех.
- 13 Источники узкополосных помех.
- 14 Влияние на сеть.
- 15 Автомобильные устройства зажигания.
- 16 Газоразрядные лампы.
- 17 Коллекторные двигатели.
- 18 Разряды статического электричества.
- 19 Коронный разряд на воздушных линиях высокого напряжения.
- 20 Коммутация тока в индуктивных цепях.
- 21 Переходные процессы в сетях высокого напряжения.
- 22 Электромагнитный импульс молнии.
- 23 Электромагнитный импульс ядерного взрыва.
- 24 Классификация окружающей среды по помехам, связанным с проводами.
- 25 Классификация окружающей среды по помехам, вызванным электромагнитным излучением.
- 26 Гальваническое влияние через цепи питания и сигнальные контуры.
- 27 Гальваническое влияние по контурам заземления.

- 28 Емкостное влияние. Гальванически разделенные контуры.
- 29 Емкостное влияние. Контуры с общим проводом системы опорного потенциала.
- 30 Емкостное влияние. Токовые контуры с большой емкостью относительно земли.
- 31 Емкостное влияние молнии.
- 32 Индуктивное влияние.
- 33 Воздействие электромагнитного излучения.
- 34 Фильтры. Принцип действия.
- 35 Фильтровые элементы.
- 36 Сетевые фильтры.
- 37 Ограничители перенапряжений. Принцип действия.
- 38 Защитные элементы.
- 39 Экранирование. Принцип действия экранов.
- 40 Материалы для изготовления экранов.
- 41 Экранирование приборов и помещений.
- 42 Экраны кабелей.
- 43 Разделительные элементы.
- 44 Основные этапы проведения работ по определению электромагнитной обстановки. Исходные данные и состав работ по определению ЭМО на объекте.
- 45 Воздействие на кабели систем релейной защиты и технологического управления токов и напряжений промышленной частоты.
- 46 Импульсные помехи, обусловленные переходными процессами в цепях высокого напряжения при коммутациях и коротких замыканиях.
- 47 Импульсные помехи при ударах молнии.
- 48 Определение электромагнитной обстановки. Электромагнитные поля радиочастотного диапазона.
- 49 Определение электромагнитной обстановки. Разряды статического электричества.
- 50 Определение электромагнитной обстановки. Магнитные поля промышленной частоты.
- 51 Помехи, связанные с возмущениями в цепях питания низкого напряжения.
- 52 Влияние гармоник на системы электроснабжения. Элементы систем электроснабжения.
- 53 Влияние гармоник на измерение мощности и энергии.
- 54 Ограничение уровней гармоник напряжений и токов.
- 55 Механизмы воздействия электрических и магнитных полей на живые организмы.
- 56 Нормирование безопасных для человека напряженностей электрических и магнитных полей. Нормативная база за рубежом и в РФ.
- 57 Нормирование условий работы персонала и проживания людей в зоне влияния ПС и ВЛ СВН.
- 58 Экологическое влияние коронного разряда. Радиопомехи.
- 59 Нормативная база на радиопомехи и акустические шумы.
- 60 Влияния линий электропередачи на линии связи.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

8.1 Основная литература

Л1.1 Яковлев В.Н. Электромагнитная совместимость электрооборудования электроэнергетики и транспорта: учебное пособие / Яковлев В.Н.; Пантелеев В.И.; Суров В.П. - Москва: Издательский дом МЭИ, 2010 - 588 с.

8.2 Дополнительная литература

Л2.1 Вагин Г. Я. Электромагнитная совместимость в электроэнергетике: учебник для вузов / Г. Я. Вагин, А. Б. Лоскутов, А. А. Севостьянов - М.: Академия, 2010 - 223, [1] с.

Л2.2 Электромагнитная совместимость и молниезащита в электроэнергетике [Текст]: учебник для вузов / А. Ф. Дьяков [и др.] - Москва: Изд-во МЭИ, 2011 - 542 с.

8.3 Информационно-образовательные ресурсы

Э1 Информационный портал «Энергетика и промышленность России». Свободный доступ по адресу: www.eprussia.ru

Э2 Информационно-справочное издание «Новости электротехники». Свободный доступ по адресу: www.news.elteh.ru

9 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Материально-техническое обеспечение дисциплины приведено на сайте СТИ НИЯУ МИФИ <http://www.ssti.ru/objects.html>

10 Учебно-методические рекомендации для студентов

Самостоятельная работа студентов – это планируемая учебная и внеаудиторная работа студентов, выполняемая по заданию преподавателя и под его методическим руководством, но без его непосредственного участия.

Целью самостоятельной работы студентов является приобретение новых знаний, систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов.

Лекции. Рекомендации по написанию конспекта лекций: кратко, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения: пометать основные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь (тезаурус). Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на следующем занятии или консультации.

Практические занятия. Для подготовки к практическому занятию, необходимо повторить теоретический материал по теме с использованием лекций и рекомендуемой литературы.

На занятии желательно иметь конспект лекций (или учебник, учебное пособие), чтобы самостоятельно или с сокурсниками и преподавателем сориентироваться на каждую тему решаемой задачи, поставленной проблемы и пр.

При решении задач:

1) нужно обосновать каждый этап решения, исходя из теоретических положений дисциплины. Если студент видит несколько путей решения, то он должен сравнить их и выбрать из них самый лучший;

2) решения задач и примеров следует излагать подробно, вычисления располагать в строгом порядке, отделяя вспомогательные вычисления от основных;

3) рисунки (графики) можно выполнять от руки, но аккуратно и в соответствии с данными условиями;

4) решение каждой задачи должно доводиться до ответа, требуемого условием, и по возможности в общем виде с выводом формулы. Полученный ответ следует проверять способами, вытекающими из существа данной задачи.

При обсуждении основных положений и выводов, объяснении явлений и фактов, ответа на поставленные вопросы:

1) вырабатываются умения и навыки использовать приобретенные знания для различного рода ораторской деятельности;

2) выступление должно строиться свободно, убедительно и аргументированно и не должно сводиться к простому воспроизведению текста, не допускается и простое чтение конспекта. Необходимо, чтобы выступающий проявлял собственное отношение к тому, о чем он говорит, высказывал свое личное мнение, понимание, обосновывал его и мог сделать правильные выводы из сказанного. При этом студент может обращаться к записям конспекта и лекций, непосредственно к первоисточникам, использовать знание художественной литературы и искусства, факты и наблюдения современной жизни и т. д.

Лабораторные работы. Подготовка к лабораторной работе включает в себя работу с конспектом лекций, рекомендуемой литературой, подготовку ответов к контрольным вопросам для допуска к выполнению лабораторной работы, написание отчета.

Лабораторные занятия проводятся в специализированных лабораториях института.

Прежде чем начать занятия в данной лаборатории студент знакомится с правилами техники безопасности, о чем расписывается в журнале. В лабораториях кафедры запрещается находиться в верхней одежде. На рабочем столе должно находиться только необходимое оборудование и приборы для записей и расчетов. Запрещается класть на рабочий стол сумки, пакеты, шапки и другие посторонние предметы. Студент приступает к выполнению лабораторной работы только после ознакомления с описанием работы и подготовки к ней. Запрещается включать какие-либо приборы или без предварительной проверки их преподавателем или лаборантом. После окончания работы студент должен сдать лаборанту выданные принадлежности, привести в порядок рабочее место, получить отметку в журнале о выполнении работы, предъявив для этого полученные результаты преподавателю.

Не начинайте выполнение опыта пока не уясните себе полностью его цель, метод и не составите план проведения опыта. Так как время проведения опыта ограничено учебными часами, отведенными на него, то всю подготовку необходимо провести самостоятельно до занятий.

Для записи результатов измерения в отчете должны быть заранее подготовлены таблицы, включающие как сами измерения, так и их погрешности.

К следующему занятию студент готовит очередную работу и предъявляет отчет о работе, выполненной на предыдущем занятии. Работа считается окончательно сданной после защиты отчета. Студент должен оформить отчет по прилагаемой форме:

- 1) название работы;
- 2) цель работы;
- 3) краткие сведения из теории, схема установки и основные рабочие формулы;
- 4) результаты измерений, представленные в виде таблиц и графиков;
- 5) расчет искомой величины и ее значение;
- 6) расчет ошибки измерения;
- 7) окончательный результат, полученный после округления, с указанием абсолютной и относительной ошибок измерения;
- 8) выводы, заключение о достижении цели, поставленной данной работой, с анализом полученного результата.

Промежуточная аттестация. Для подготовки к промежуточной аттестации студенту необходимо проработать конспекты лекционных и практических занятий, подготовить ответы к вопросам, выносимым на промежуточную аттестацию, при необходимости воспользоваться рекомендуемой литературой.

11 Учебно-методические рекомендации для преподавателей

На лекционных, практических, лабораторных занятиях студентам сообщаются новые сведения, систематизируется и обобщается накопленный запас знаний, формируются на этой основе познавательные и профессиональные интересы. Преподаватель, проводя занятия,

должен стремиться увлечь студентов, активно воздействовать на их эмоции, вызвать интерес к учебному предмету, стремление постоянно пополнять знания.

Самостоятельная работа студентов по данному курсу

- Проработка лекционного материала
- Подготовка к лабораторным работам
- Оформление отчетов по лабораторным работам
- Подготовка к практическим занятиям, семинарам
- Выполнение расчетных работ
- Подготовка к промежуточному контролю: Экзамен (7 семестр)

В течение 7 семестра осуществляется контроль знаний студентов: см. раздел 5.1.

По результатам аттестационных мероприятий формируется допуск студента к итоговому контролю – Экзамену по дисциплине. Студент на Экзамене должен показать знание программного материала, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагать, уметь тесно увязывать теорию с практикой, использовать в ответе материал рекомендуемой литературы.

Автор(ы): Д. В. Тихонов