МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Орский гуманитарно-технологический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Оренбургский государственный университет»
(Орский гуманитарно-технологический институт (филиал) ОГУ)

Кафедра электроэнергетики и теплоэнергетики

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.В.13 Электромагнитная совместимость в электроэнергетике»

Уровень высшего образования
Бакалавриат

Направление подготовки
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль
Электроснабжение

Квалификация
Бакалавр

Форма обучения
Заочная

Год начала реализации программы
2021

г. Орск, 2021

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины: формирование у обучающихся профессиональных знаний и умений в области электромагнитной совместимости в электроэнергетике.

Задачи:

- познакомить с основами электромагнитной совместимости;
- познакомить с методами борьбы с помехами различного происхождения;
- познакомить с современной измерительной техникой, удовлетворяющей требованиям электромагнитной совместимости;
- научить грамотно выполнять расчеты в области электромагнитной совместимости;
- научить применять знания в области электромагнитной совместимости для энергетических предприятий.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам (модулям) вариативной части блока Д «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: Б1.Д.В.6 Техника высоких напряжений

Постреквизиты дисциплины: Б2.П.Б.П.2 Производственная практика (преддипломная практика)

3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения.

Код и наименование формируемых компетенций	**Код и наименование индикатора достижения компетенции**	**Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций**
ПК*-3 Способен применять методы и технические средства эксплуатационных испытаний и диагностики электроэнергетического и электротехнического оборудования	ПК*-3-В-4 Применяет методы и средства испытаний для оценки электромагнитной обстановки на объекте	**Знать:** основы теории, методы и организацию технической эксплуатации электротехнического оборудования, а также способы оценки технического состояния объектов электроэнергетики **Уметь:** оценивать надёжность, техническое состояние и уровень помехозащищенности электротехнического оборудования и объектов электроэнергетики **Владеть:** навыками диагностики и расчета режимов работы технических средств с точки зрения

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		их электромагнитной совместимости
ПК*-6 Способен проводить энергетическое обследование объектов профессиональной деятельности	ПК*-6-В-1 Применяет на практике приборное и метрологическое обеспечение электромагнитной совместимости для проведения энергетического обследования	**Знать:** показатели качества электроэнергии, особенности аварийных и ненормальных режимов работы сетей **Уметь:** определять параметры электрооборудования и линий электропередач **Владеть:** навыками и способами проведения энергетического обследования объектов электроэнергетики, а также приемами устранения электромагнитных помех

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 академических часов)

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	6 семестр	всего
Общая трудоёмкость	**108**	**108**
Контактная работа:	**10,25**	**10,25**
Лекции (Л)	6	6
Практические занятия (ПЗ)	4	4
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,25
Самостоятельная работа: - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий; - подготовка к практическим занятиям	**97,75** 87,75 10	**97,75** 87,75 10
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	**зачет**	

Разделы дисциплины, изучаемые в 6 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеад. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Введение. Электромагнитные помехи	14	2			12
2	Ограничение перенапряжений и фильтрация помех	12				12

3	Заземляющие устройства электроустановок. Электромагнитная совместимость устройств релейной защиты и автоматики	14	2			12
4	Электромагнитные поля. Электромагнитные экраны	12				12
5	Молниезащита. Определение электромагнитной обстановки и электромагнитной совместимости на станциях и подстанциях	16	2	2		12
6	Стандартизация вобласти ЭМС. Электромагнитная безопасность	14		2		12
7	Электромагнитная совместимость воздушных линий и межных коммуникаций. Статическое электричество	12				12
8	Оптоволоконные линии связи, проблема геомагнитных бурь в электроэнергетике	14				14
	Итого	108	6	4		98
	Всего	108	6	4		98

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Введение. Электромагнитные помехи. Понятие электромагнитной совместимости. Электромагнитная совместимость технических средств термины и определения согласно ГОСТ Р 50397-2011. Электромагнитная обстановка (ЭМО) согласно ГОСТ Р 51317.2.5-2000. Влияние микропроцессорных систем на полезные сигналы. Электромагнитная помеха. Рецептор. Характеристика электромагнитной совместимости. Обеспечение электромагнитной совместимости. Электромагнитная обстановка на объектах электроэнергетики. Проблемы электромагнитной совместимости в электроэнергетике. Классификация электромагнитной обстановки по критериям МЭК. Характерные источники помех. Источники помех на электрических станциях и подстанциях. Классификация электромагнитных помех. Противофазные и синфазные помехи. Способы описания и основные параметры помех. Каналы передачи помех и методы уменьшения помех.

Раздел 2. Ограничение и перенапряжений и фильтрация помех. Качество электроэнергии. Мероприятия по снижению помех. Пассивные помехоподавляющие устройства. Фильтры. Ограничители перенапряжения. Экраны. Фильтрация помех. Классификация электрических фильтров. Параметры и характеристики фильтров. Схемы фильтров. Сетевые помехоподавляющие фильтры. Ограничители перенапряжений. Устройства защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП). Элементы УЗИП. Ограничение перенапряжений с помощью нелинейного сопротивления. Разрядники. Варисторы. Полупроводниковые ограничители. Комбинированные устройства ограничения перенапряжений. Зонная концепция защиты приемников электроэнергии от перенапряжений. Классификация УЗИП по группам. Деление электропроводки по категориям. Нормы качества электроэнергии согласно ГОСТ 32144-2013. Отклонения напряжения. Влияние отклонений на потребителя. Колебания напряжения и их влияние на потребителей. Провал напряжения и его влияние на потребителя. Импульс напряжения. Несинусоидальность напряжения. Несимметрия напряжений. Отклонение частоты. Виновники ухудшения качества электроэнергии. Контроль качества электроэнергии согласно ГОСТ 30804.4.30-2013. Показатели качества электроэнергии (ПКЭ). Проблема комплексного определения ПКЭ. Приборы для определения показателей качества электроэнергии.

Раздел 3. Заземляющие устройства электроустановок. Электромагнитная совместимость устройств релейной защиты и автоматики. Определения. Заземляющее устройство (ЗУ) подстанции. Искусственный и естественные заземлители. Назначение ЗУ электроустановок высокого напряжения. Выравнивание потенциалов. Допустимое напряжение прикосновения. Потенциал ЗУ. Вынос потенциала. Работа потенциала при несимметричных коротких замыканиях. Неэквипотенциальность ЗУ. Проектирование ЗУ. Эксплуатация ЗУ. Диагностика ЗУ. Задачи диагностики ЗУ. Приборы измерения параметров заземляющих устройств. Расчет ЗУ. Расчет простейших заземлите-

лей. Релейная защита и автоматика. Электромеханические реле. Микропроцессорная релейная защита. Требования к релейной защите. Нормирование устройств релейной защиты по электромагнитной совместимости. Влияние помех на цифровые технические средства. Уровни помех на реальном объекте. Восприимчивость цифровых технических средств к помехам. Электромагнитная совместимость электронных схем. Паразитные параметры элементов схем. Проектирование электронных узлов.

Раздел 4. Электромагнитные поля. Электромагнитные экраны. Определение. Классификация электромагнитных полей (ЭМП). Параметры поля. Международная классификация электромагнитных волн по частотам. Ближняя и дальняя зона ЭМП. Основные источники ЭМП. Измерители ЭМП. Напряженности поля на объектах электроэнергетики. Влияние полей на технические средства. Влияние ЭМП на человека. Экранирование. Электромагнитный экран. Режимы работы экрана. Электростатическое экранирование. Магнитостатическое экранирование. Электромагнитное экранирование. Расчет эффективности электромагнитных экранов. Экранирование кабелей. Заземление экранов кабелей.

Раздел 5. Молниезащита. Определение электромагнитной обстановки и электромагнитной совместимости на станциях и подстанциях. Природа молний. Процесс развития наземной молнии. Воздействие ударов молнии. Вторичные проявления молнии. Нормативные документы по молниезащите. Комплекс средств молниезащиты. Внешняя молниезащита. Искусственные и естественные молниеприемники. Классификация молниеприемников. Заземлители. Основные характеристики разряда молнии. Защита от прямых ударов молнии. Зоны защиты молниеотводов. Зонная концепция защиты от вторичных проявлений молнии. Стандарт организации СО 34.35.311-2004. Источники помех на станциях и подстанциях. Виды воздействий. Экспериментально-расчетный характер методики. Методика определения ЭМО. Напряжения и токи промышленной частоты при КЗ на шинах РУ. Импульсные помехи при коммутациях силового оборудования и коротких замыканиях на шинах РУ. Импульсные излучаемые помехи. Импульсные помехи при ударах молнии. Методика определения импульсных помех. Электромагнитные поля радиочастотного диапазона. Разряды статического электричества. Магнитные поля промышленной частоты. Импульсные магнитные поля. Меры безопасности при определении ЭМО. Периодичность определения ЭМО. Аппаратные средства мониторинга помех во вторичных цепях электрических станций и подстанций.

Раздел 6. Стандартизация в области ЭМС. Электромагнитная безопасность. Федеральный закон о государственном регулировании в области обеспечения электромагнитной совместимости технических средств. Классификация воздействий. Стандарты. Информационная безопасность. Электромагнитные каналы утечки. Защита. Электромагнитное оружие. Электромагнитный импульс ядерного взрыва.

Раздел 7. Электромагнитная совместимость воздушных линий и смежных коммуникаций. Статическое электричество. Классификация воздушных линий (ВЛ). Влияние ВЛ на смежные коммуникации. Режимы работы ВЛ. Емкостное влияние ВЛ на смежные коммуникации. Защита от емкостного влияния. Индуктивное влияние ВЛ. Защита от индуктивного влияния. Кондуктивное влияние ВЛ. Блуждающие токи. Защита от кондуктивного влияния. Проблема статического электричества. Физиологический эффект. Причины возникновения статического электричества. Трибоэлектризация. Образование электростатического заряда. Механизмы отказов технических средств вследствие статического заряда. Защита от статического электричества. Устойчивость технических средств к электростатическим разрядам.

Раздел 8. Оптоволоконные линии связи, проблема геомагнитных бурь в электроэнергетике. Оптоволоконные линии связи. Структура оптоволоконных кабелей. Принцип работы. Достоинства и недостатки. Геомагнитные бури (ГМБ) в электроэнергетике. Природа возникновения ГМБ. Проблема ГМБ в электроэнергетике. Проявления ГМБ в электроэнергетике. Спектральный состав электромагнитного поля ГМБ. Последствия протекания геомагнитных индуктивных токов.

4.3 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	4	Расчет электромагнитного поля вокруг линий электропередач	2
2	5	Расчет молниезащиты	2
		Всего	4

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1. Вагин, Г.Я. Электромагнитная совместимость в электроэнергетике [Текст]: учебник для вузов по направлению «Электроэнергетика» / Г.Я. Вагин, А.Б. Лоскутов, А.А. Севостьянов. – 2-е изд., испр. – М.: Академия, 2011. – 224 с. – ISBN 978-5-7695-8034-5.

2. Закарюкин, В.П. Электромагнитная совместимость и средства защиты: учебное пособие / В.П. Закарюкин, М.Л. Дмитриева, А.В. Крюков; под общ. ред. В.П. Закарюкина. – М.; Берлин: Директ-Медиа, 2020. – 248 с. – Режим доступа: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=598053

3. Электромагнитная совместимость и молниезащита в электроэнергетике: учебник для вузов по направлению «Электроэнергетика» / А.Ф. Дьяков [и др.]; под ред. А.Ф. Дьякова. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: МЭИ, 2011. – 544 с. – ISBN 978-5-383-00621-4.

5.2 Дополнительная литература

1. Жежеленко, И.В. Электромагнитная совместимость в электрических сетях: учебное пособие / И.В. Жежеленко, М.А. Короткевич. – Минск: Вышэйшая школа, 2012. – 199 с. – Режим доступа: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=143866

2. Методические указания по определению электромагнитных обстановки и совместимости на электрических станциях и подстанциях. Стандарт организации. СО 34.35.311-2004: издание официальное / [А.Ф. Дьяков и др.]. – М.: Изд-во МЭИ, 2004. – 76 с. – ISBN 5-7046-1133-8.

5.3 Периодические издания

1. Электричество
2. Электротехника
3. Энергобезопасность и энергосбережение
4. Промышленная энергетика

5.4 Интернет-ресурсы

5.4.1 Современные профессиональные базы данных (в том числе международные реферативные базы данных научных изданий) и информационные справочные системы.

1. Научная библиотека (http://niv.ru/). Доступ свободный.
2. eLIBRARY.RU (www.elibrary.ru). Доступ свободный. Необходима индивидуальная регистрация в локальной сети вуза.
3. Infolio (http://www.infoliolib.info/). Университетская электронная библиотека.

5.4.2 Тематические профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Электронная электротехническая библиотека (http://www.electrolibrary.info)

2. Онлайн электрик: сервис для энергетиков / электроснабжение, электрификация (https://online-electric.ru)

3. Образовательный сайт по электротехнике, имеется раздел по электроснабжению (http://electricalschool.info)

5.4.3 Электронные библиотечные системы

1. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» (http://www.biblioclub.ru/). После регистрации доступ возможен из любой точки сети Интернет.

2. ЭБС «Руконт» (https://lib.rucont.ru/) Доступ свободный

5.4.4 Дополнительные Интернет-ресурсы

1. Информационный интернет ресурс посвященный теме электричества, электрической энергии, электротехнике (http://www.electrikpro.ru)

2. Расширенная интернет версия отраслевого информационно-справочного журнала «Новости электротехники» (http://www.news.elteh.ru)

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Тип программного обеспечения	Наименование	Схема лицензирования, режим доступа
Операционная система	Microsoft Windows	Подписка Open Value Subscription – Education Solutions (OVS-ES) по договору № 3В/20 от 01.06.2020 г.
Офисный пакет	Microsoft Office	
Интернет-браузер	Google Chrome	Бесплатное ПО, http://www.google.com/intl/ru/policies/terms/
Мультимедийный плеер	Windows Media Player	Является компонентом операционной системы Microsoft Windows
Просмотр и печать файлов в формате PDF	Adobe Reader	Бесплатное ПО, http://www.adobe.com/ru/legal/terms.html

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, практических работ, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. В аудитории имеется персональный компьютер с установленным лицензионным программным обеспечением и мультимедийное оборудование (проектор, экран, звуковые колонки). Данное оборудование активно используется при проведении лекционных занятий.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к сети «Интернет», и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Орского гуманитарно-технологического института (филиала) ОГУ.

Все перечисленные аудитории оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.