

Минобрнауки России  
Бузулукский гуманитарно-технологический институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра общепрофессиональных и технических дисциплин

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**ДИСЦИПЛИНЫ**

*«Б1.Д.В.17 Электромагнитная совместимость в электроэнергетике»*

Уровень высшего образования

**БАКАЛАВРИАТ**

Направление подготовки

*13.03.02 Электроэнергетика и электротехника*  
(код и наименование направления подготовки)

*Электроснабжение*

(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация

*Бакалавр*

Форма обучения

*Заочная*

Год набора 2022

Рабочая программа дисциплины «Б1.Д.В.17 Электромагнитная совместимость в электроэнергетике» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Общепрофессиональных и технических дисциплин

*наименование кафедры*

протокол № 4 от "8" 02 2022г.

Декан строительного-технологического факультета

*наименование факультета*



*подпись*

И.В. Завьялова

*расшифровка подписи*

*Исполнители:*

ст. преподаватель

*должность*



*подпись*

А.В. Сидоров

*расшифровка подписи*

доцент

*должность*



*подпись*

Е.В. Фролова

*расшифровка подписи*

**СОГЛАСОВАНО:**

Заместитель директора по НМР



*личная подпись*

М.А. Зорина

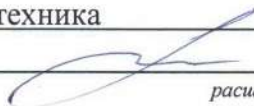
*расшифровка подписи*

Председатель методической комиссии по направлению подготовки

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

*код наименование*

*личная подпись*



*расшифровка подписи*

О.С. Манакова

Уполномоченный по качеству кафедры

*личная подпись*



*расшифровка подписи*

Е.В. Фролова

## 1 Цели и задачи освоения дисциплины

**Цели** освоения дисциплины: формирование способности применять методы и технические средства эксплуатационных испытаний и диагностики электроэнергетического и электротехнического оборудования, проводить энергетическое обследование объектов профессиональной деятельности.

### **Задачи:**

- формирование знаний об основных методах и технических средствах эксплуатационных испытаний и диагностики электроэнергетического и электротехнического оборудования, теории проведения энергетического обследования объектов профессиональной деятельности;
- формирование умений применения методов и средств испытаний для оценки электромагнитной обстановки на объекте, применения на практике приборного и метрологического обеспечения электромагнитной совместимости для проведения энергетического обследования;
- формирование навыков проведения испытаний и диагностики электроэнергетического и электротехнического оборудования, энергетического обследования объектов профессиональной деятельности.

## 2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

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

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.В.4 Основы электроэнергетики, Б1.Д.В.5 Электробезопасность, Б1.Д.В.7 Электроэнергетические системы и сети, Б1.Д.В.8 Автоматизированный электропривод, Б1.Д.В.14 Техника высоких напряжений, Б1.Д.В.15 Эксплуатационный контроль и техническая диагностика электрооборудования*

Постреквизиты дисциплины: *Б1.Д.В.16 Электроснабжение промышленных предприятий*

## 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	<b><u>Знать:</u></b> – основные методы и технические средства эксплуатационных испытаний и диагностики электроэнергетического и электротехнического оборудования <b><u>Уметь:</u></b> – применять методы и средства испытаний для оценки электромагнитной обстановки на объекте <b><u>Владеть:</u></b> – навыками проведения испытаний и диагностики электроэнергетического и электротехнического оборудования
ПК*-6 Способен проводить энергетическое обследование объектов профессиональной деятельности	ПК*-6-В-1 Применяет на практике приборное и метрологическое обеспечение электромагнитной совместимости для проведения	<b><u>Знать:</u></b> – теорию проведения энергетического обследования объектов профессиональной деятельности <b><u>Уметь:</u></b> – применять на практике приборное и метрологическое обеспечение электромагнитной совместимости энергетического обследования

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
	энергетического обследования	<b>Владеть:</b> – навыками энергетического обследования объектов профессиональной деятельности

## 4 Структура и содержание дисциплины

### 4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 академических часа).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	7 семестр	всего
<b>Общая трудоёмкость</b>	<b>144</b>	<b>144</b>
<b>Контактная работа:</b>	<b>17,25</b>	<b>17,25</b>
Лекции (Л)	8	8
Практические занятия (ПЗ)	8	8
Консультации	1	1
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,25
<b>Самостоятельная работа:</b> - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий); - подготовка к практическим занятиям.	<b>126,75</b>	<b>126,75</b>
<b>Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)</b>	<b>экзамен</b>	

Разделы дисциплины, изучаемые в 7 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Введение. Электромагнитные помехи	18	2	0	0	16
2	Ограничение и перенапряжений и фильтрация помех. Качество электроэнергии	18	0	2	0	16
3	Заземляющие устройства электроустановок. Электромагнитная совместимость устройств релейной защиты и автоматики	18	2	0	0	16
4	Электромагнитные поля. Электромагнитные экраны	18	2	0	0	16
5	Молниезащита. Определение электромагнитной обстановки и электромагнитной совместимости на станциях и подстанциях	18	0	2	0	16
6	Стандартизация в области ЭМС. Электромагнитная безопасность	18	0	2	0	16
7	Электромагнитная совместимость воздушных линий и смежных коммуникаций. Статическое электричество	18	2	0	0	16
8	Оптоволоконные линии связи, проблема геомагнитных бурь в электроэнергетике	18	0	2	0	16
	Итого:	144	8	8	0	128
	Всего:	144	8	8	0	128

## 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 заземлителей. 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	2	Двухфазное короткое замыкание линии электропередачи	2
2	5	Защита объектов электроэнергетики от прямых ударов молнии	2
3	6	Поверхностный эффект и эффект близости	2
4	8	Оптический кабель на опоре линии электропередачи	2
		Итого:	8

## 5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 5.1 Основная литература

1 Куликова, Л.В. Основы электромагнитной совместимости: учебник / Л.В. Куликова, О.К. Никольский, А.А. Сошников. – Москва; Берлин: Директ-Медиа, 2020. – 405 с. – Режим доступа: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=600138>.

### 5.2 Дополнительная литература

1 Овсянников, А.Г. Электромагнитная совместимость в электроэнергетике: учебник / А.Г. Овсянников, Р.К. Борисов; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2017. – 196 с. – Режим доступа: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=575557>.

2 Шаталов, А.Ф. Электромагнитная совместимость в электроэнергетике: учебное пособие / А.Ф. Шаталов, И. Воротников, М. Мастепаненко и др. – Ставрополь: Агрус, 2014. – 63 с. – Режим доступа: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277482>.

3 Электромагнитная совместимость в электроэнергетике: учебное пособие / А.Ф. Шаталов, И.Н. Воротников, М.А. Мастепаненко, И.К. Шарипов. – Ставрополь: СтГАУ, 2014. – 64 с. – ISBN 978-5-9596-1058-6. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/61156>.

4 Электромагнитная совместимость и молниезащита в современной электроэнергетике: учебное пособие / А.Ф. Дьяков, Б.К. Максимов, Р.К. Борисов [и др.]. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва: НИУ МЭИ, 2018. – 688 с. – ISBN 978-5-7046-1994-9. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/307232>.

### 5.3 Периодические издания

Электроэнергетика. Сегодня и завтра: информационно-аналитический журнал. – Москва: Деловая пресса.

### 5.4 Интернет-ресурсы

1 Электромагнитная совместимость – Режим доступа: [https://standartgost.ru/0/722-elektromagnitnaya\\_sovmestimost](https://standartgost.ru/0/722-elektromagnitnaya_sovmestimost);

2 <http://www.electrikpro.ru> – Информационный интернет ресурс посвященный теме электричества, электрической энергии, электротехнике;

3 <http://www.news.elteh.ru> – Расширенная интернет версия отраслевого информационно-справочного журнала «Новости электротехники»;

4 <https://biblioclub.ru> – ЭБС «Университетская библиотека онлайн»;

5 <http://techlibrary.ru> – Некоммерческий проект «Техническая библиотека»;

6 <https://elibrary.ru> – Научная электронная библиотека;

7 <http://www.edu.ru> – Российское образование. Федеральный портал;

8 <https://rucont.ru> – ЭБС «РУКОНТ»;

9 <https://e.lanbook.com> – ЭБС «Лань».

### 5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы современных информационных технологий

Программное обеспечение, используемые при проведении аудиторных учебных занятий и осуществлении самостоятельной работы студентами:

1 операционная система Microsoft Windows;

2 операционная система Linux RED OS MUROM 7.3.1;

3 Microsoft Office;

- 4 Веб-приложение «Универсальная система тестирования БГТИ»;
- 5 программа аналогового, цифрового и смешанного моделирования и анализа цепей электронных устройств Micro-Cap 12;
- 6 Яндекс браузер;
- 7 eLIBRARY [Электронный ресурс]: научная электронная библиотека / ООО Научная электронная библиотека. – Режим доступа: <https://elibrary.ru>;
- 8 Консультант Плюс [Электронный ресурс]: справочно-правовая система / Компания Консультант Плюс. – электрон. дан. – Москва. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>;
- 9 <http://pravo.gov.ru> – Официальный интернет-портал правовой информации. Государственная система правовой информации.

## **6 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа оснащены: переносными мультимедиа-проекторами и проекционными экранами, ноутбуком; посадочными местами для обучающихся; рабочим местом преподавателя; учебной доской.

Аудитории для самостоятельной работы оснащены: комплектами ученической мебели, компьютерной техникой подключенной к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ и филиала, электронным библиотечным системам.

Компьютерный класс оснащен: стационарным мультимедиа-проектором и проекционным экраном, оборудованием для организации локальной вычислительной сети, программным обеспечением «Универсальный тестовый комплекс», персональными компьютерами, рабочим местом преподавателя, учебной доской.

Учебные аудитории для проведения практических занятий оснащены: переносными мультимедиа-проекторами и проекционными экранами, ноутбуком, посадочными местами для обучающихся, рабочим местом преподавателя, учебной доской.

Учебные аудитории для проведения групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации оснащены: комплектами ученической мебели, компьютерами с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ и филиала, электронным библиотечным системам.

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.