

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

"БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ"

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

Е.И.Луковникова

20 20 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.28 Электромагнитная совместимость

Закреплена за кафедрой **Электроэнергетики и электротехники**

Учебный план bz130302_20_ЭЭ.plx

Направление: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Квалификация **Бакалавр**

Форма обучения **заочная**

Общая трудоемкость **3 ЗЕТ**

Виды контроля на курсах:

Зачет 5

Распределение часов дисциплины по курсам

Курс	5		Итого	
	уп	рп		
Лекции	8	8	8	8
Практические	4	4	4	4
В том числе инт.	2	2	2	2
Итого ауд.	12	12	12	12
Контактная работа	12	12	12	12
Сам. работа	92	92	92	92
Часы на контроль	4	4	4	4
Итого	108	108	108	108

Программу составил(и):
к.т.н., доц., Яковкина Т.Н. Т.Н. Яковкина
Рабочая программа дисциплины

Электромагнитная совместимость

разработана в соответствии с ФГОС:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 144)

составлена на основании учебного плана:

Направление: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
утвержденного приказом ректора от 13.02.2020 протокол № 46.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Электроэнергетики и электротехники

Протокол от 20.09.2020 г. № 8

Срок действия программы: 2020-2024 уч.г.

Зав. кафедрой Булатов Ю. Н. Ю.Н. Булатов

Председатель МКФ

старший преподаватель Ульянов А.Д. А.Д. Ульянов 16.11.06 2010 г.

Ответственный за реализацию ОПОП Булатов Ю.Н.
(подпись) (ФИО)

Директор библиотеки Сейтжанов С.Ф.
(подпись) (ФИО)

№ регистрации 1035
(методический отдел)

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	Целью изучения дисциплины является формирование знаний об электромагнитной совместимости различных устройств, применяемых на объектах электроэнергетики, влиянии силовых цепей на смежные устройства, в том числе на слаботочные цепи, к которым относятся линии связи, устройства релейной защиты и автоматики.
-----	--

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Цикл (раздел) ООП:	Б1.О.28
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1	Основы электробезопасности
2.1.2	Техника высоких напряжений
2.1.3	Переходные процессы в электроэнергетических системах
2.1.4	Производственная (эксплуатационная) практика
2.1.5	Электрические станции и подстанции
2.1.6	Электроэнергетические системы и сети
2.1.7	Безопасность жизнедеятельности
2.1.8	Строительство, эксплуатация и ремонт воздушных и кабельных линий электропередачи
2.1.9	Электрические машины
2.1.10	Полупроводниковая техника в электроэнергетике
2.1.11	Теоретические основы электротехники
2.1.12	Электрические и электронные аппараты
2.1.13	Электроника
2.1.14	Электротехническое и конструкционное материаловедение
2.1.15	Общая энергетика
2.1.16	Физика
2.2	Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Монтаж электрооборудования
2.2.2	Производственная (преддипломная) практика

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	виды влияния силовых цепей на слаботочные цепи;
3.1.2	методы расчёта электрических, магнитных и гальванических влияний;
3.1.3	нормы допустимых опасных и мешающих электромагнитных влияний;
3.1.4	особенности экранирующего действия тросов, оболочек кабелей;
3.1.5	принципы защиты от электромагнитных импульсов силовых и слаботочных цепей на объектах электроэнергетики;
3.2	Уметь:
3.2.1	на основании теоретического и экспериментального исследования разрабатывать мероприятия по уменьшению опасных и мешающих электромагнитных влияний;
3.2.2	формировать законченное представление об организации безопасного проведения работ в зоне электромагнитных влияний;
3.2.3	обеспечить защиту от электромагнитных влияний на объектах электроэнергетики;
3.3	Владеть:
3.3.1	навыками применения физико-математического аппарата для оценки опасного и мешающего магнитного, электрического и гальванического влияний силовых цепей на смежные устройства;
3.3.2	навыками расчёта режимов работы технологического оборудования, обеспечивающих электромагнитную совместимость.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Вид занятия	Наименование разделов и тем	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Инте ракт.	Примечание
-------------	-------------	-----------------------------	----------------	-------	-------------	------------	------------	------------

	Раздел	Раздел 1. Основные понятия и определения						
1.1	Лек	Классификация источников помех	5	0,25	ОПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.3 Э1	0	
1.2	Лек	Электромагнитная обстановка на объектах электроэнергетики	5	0,25	ОПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3	0,25	
1.3	Пр	Изучение приборов для оценки электро-магнитной обстановки на объектах электроэнергетики	5	0,5	ОПК-3	Л1.1 Л1.2	0	
1.4	Лек	Общая характеристика схем сетей электроснабжения	5	0,25	ОПК-3	Л1.1 Л1.2	0	
1.5	Ср		5	8	ОПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3	0	
	Раздел	Раздел 2. Источники электромагнитных помех						
2.1	Лек	Источники узкополосных помех	5	0,25	ОПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.3	0	
2.2	Лек	Источники широкополосных импульсных помех	5	0,5	ОПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.3	0	
2.3	Лек	Источники широкополосных переходных помех	5	0,5	ОПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.3	0	
2.4	Ср		5	18	ОПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.3	0	
	Раздел	Раздел 3. Виды связей и способы их ослабления						
3.1	Лек	Гальваническая связь	5	0,25	ОПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.3	0	
3.2	Лек	Емкостная связь	5	0,25	ОПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.3	0	
3.3	Лек	Индуктивная связь	5	0,25	ОПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.3	0	
3.4	Лек	Электромагнитная связь длинных линий	5	0,25	ОПК-3	Л1.1 Л1.2	0	
3.5	Лек	Помехи в кабелях связи, обусловленные электромагнитными воздействиями	5	0,25	ОПК-3	Л1.1 Л1.2	0	
3.6	Ср		5	16	ОПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.3	0	
	Раздел	Раздел 4. Нормирование электромагнитных полей						
4.1	Лек	Нормирование электромагнитных полей для условий профессионального облучения	5	0,25	ОПК-3	Л1.1 Л1.2	0	
4.2	Пр	Нормирование электромагнитных полей для условий профессионального облучения	5	0,5	ОПК-3	Л1.1 Л1.2	0	
4.3	Лек	Нормирование электромагнитных полей для населения	5	0,25	ОПК-3	Л1.1 Л1.2	0,25	
4.4	Ср		5	10	ОПК-3	Л1.1 Л1.2	0	
	Раздел	Раздел 5. Способы и средства снижения помех						
5.1	Лек	Пассивные помехозащитные устройства	5	0,5	ОПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.3	0	
5.2	Лек	Электромагнитные экраны	5	0,25	ОПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.3	0	

5.3	Ср		5	8	ОПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.3	0	
	Раздел	Раздел 6. Биоэлектромагнитная совместимость						
6.1	Лек	Влияние электромагнитных полей на биоорганизмы	5	0,5	ОПК-3	Л1.1 Л1.2	0,25	
6.2	Лек	Защита человека от биологического действия электромагнитных полей	5	0,5	ОПК-3	Л1.1 Л1.2	0,25	
6.3	Ср		5	10	ОПК-3	Л1.1 Л1.2	0	
	Раздел	Раздел 7. Проблема наведенных напряжений от высоковольтных ЛЭП						
7.1	Лек	Магнитные влияния	5	0,5	ОПК-3	Л1.1Л2.1	0,25	
7.2	Лек	Электрические влияния	5	0,5	ОПК-3	Л1.1Л2.1	0,25	
7.3	Лек	Способы снижения наведенных напряжений	5	1	ОПК-3	Л1.1Л2.1	0,25	
7.4	Пр	Расчет уровней наведенных напряжений от высоковольтных линий электропередач на смежные устройства	5	3	ОПК-3	Л1.1Л2.1	0	
7.5	Лек	Способы и средства оценки наведенных напряжений	5	0,5	ОПК-3	Л1.1Л2.1	0,25	
7.6	Ср		5	14	ОПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.1	0	
7.7	Зачёт		5	4	ОПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3	0	
7.8	Зачёт		5	8		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3	0	

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Образовательные технологии с использованием активных методов обучения (лекция – беседа, лекция – дискуссия, проблемная лекция, лекция-визуализация, лекция с заранее запланированными ошибками, лекция – пресс-конференция, лекция с разбором конкретных ситуаций, лекция-консультация, занятия с применением затрудняющих условий, методы группового решения творческих задач, метод развивающейся кооперации)

Образовательные технологии с использованием интерактивных методов обучения (круглый стол (дискуссия, дебаты), семинар - исследование, семинар «Пресс – антипресс», мозговой штурм (брейнсторм, мозговая атака), деловые, имитационные, операционные и ролевые игры, case-study (анализ конкретных ситуаций, ситуационный анализ), мастер класс, дидактические игры)

Традиционная (репродуктивная) технология (преподаватель знакомит обучающихся с порядком выполнения задания, наблюдает за выполнением и при необходимости корректирует работу обучающихся)

Технология коллективного взаимодействия (работа в малых группах) (самостоятельное изучение обучающимися нового материала посредством сотрудничества в малых группах, дает возможность всем участникам участвовать в работе, практиковать навыки сотрудничества, межличностного общения)

Технология дистанционного обучения (получение образовательных услуг без посещения университета, с помощью современных систем телекомму-никации (электронная почта, Интернет и др.))

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

6.1. Контрольные вопросы и задания

1. Понятие об электромагнитной совместимости
2. Электромагнитная совместимость приемника и передатчика электромагнитной энергии
3. Проблемы электромагнитной совместимости на предприятиях электроэнергетики
4. Электромагнитная обстановка на объектах электроэнергетики.
5. Общие сведения об источниках помех
6. Классификация источников помех
7. Источники узкополосных помех
8. Источники широкополосных импульсных помех

9. Источники широкополосных переходных помех
10. Коммутация тока в индуктивных цепях
11. Переходные процессы в сетях низкого напряжения
12. Переходные процессы в сетях высокого напряжения
13. Электромагнитный импульс молнии
14. Гальваническая связь через цепи питания
15. Гальваническая связь через контур заземления
16. Емкостная связь
17. Индуктивная связь
18. Электромагнитная связь длинных линий
19. Помехи в кабелях связи, обусловленные электромагнитными воздействиями
20. Пассивные помехозащитные устройства
21. Фильтры
22. Разрядники для защиты от перенапряжений
23. Гибридные разрядные цепи
24. Оптроны и световодные линии
25. Электромагнитные экраны
26. Нормирование электромагнитных полей. ГОСТы, СанПиН
27. Нормирование электромагнитных полей для условий профессионального облучения
28. Выполнение работ в условиях воздействия электромагнитных полей радиочастот
29. Нормирование электромагнитных полей для населения
30. Основные этапы проведения работ по определению электромагнитной обстановки
31. Исходные данные и состав работ по определению ЭМО на объекте
32. Анализ воздействия на системы релейной защиты и технологического управления токов и напряжений промышленной частоты
33. Методика определения импульсных помех, обусловленных переходными процессами в цепях высокого напряжения при коммутациях и коротких замыканиях
34. Оценка импульсных помех при ударах молнии
35. Методика определения электромагнитных полей радиочастотного диапазона
36. Оценка разрядов статического электричества
37. Измерения магнитных полей промышленной частоты
38. Оценка помех, связанных с возмущениями в цепях питания низкого напряжения
39. Измерения импульсных магнитных полей
40. Проблемы биоэлектромагнитной совместимости
41. Влияния электромагнитных полей на биоорганизмы
42. Защита человека от биологического действия электромагнитных полей. Организационные мероприятия по защите от электромагнитных полей
43. Защита человека от биологического действия электромагнитных полей. Инженерно-технические мероприятия по защите от электромагнитных полей
44. Защита человека от биологического действия электромагнитных полей. Лечебно-профилактические мероприятия
45. Проблема наведенных напряжений от высоковольтных ЛЭП
46. Электромагнитная составляющая наведенного напряжения
47. Электростатическая составляющая наведенного напряжения
48. Проблема наведенных напряжений в электрических сетях
49. Способы снижения наведенных напряжений
50. Методы и средства оценки наведенных напряжений
51. Правила проведения работ на отключенных (строющихся) воздушных линиях, находящихся в зоне наведенного напряжения

6.2. Темы письменных работ

учебным планом не предусмотрено

6.3. Фонд оценочных средств

вопросы к зачету
отчеты по практическим занятиям

6.4. Перечень видов оценочных средств

вопросы к зачету
практические занятия
доклады

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Кол-во	Эл. адрес
--	---------	----------	---------------	--------	-----------

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Кол-во	Эл. адрес
Л1.1	Яковкина Т.Н., Струмяляк А.В.	Электромагнитная совместимость в электроэнергетике: учебное пособие	Братск: БрГУ, 2014	62	
Л1.2	Овсянников А. Г., Борисов Р. К.	Электромагнитная совместимость в электроэнергетике: учебник	Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2017	1	http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=575557

7.1.2. Дополнительная литература

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Кол-во	Эл. адрес
Л2.1	Курбацкий В.Г.	Качество электроэнергии и электромагнитная совместимость технических средств в электрических сетях: Учебное пособие	Братск: БрГУ, 1999	45	
Л2.2	Артюхов И.И., Сошинов А.Г., Бочкарева И.И.	Электромагнитная совместимость и качество электроэнергии: учебное пособие	Волгоград: ВолгГТУ, 2015	1	http://ecat.brstu.ru/catalog/Ресурсы%20свободного%20доступа/Артюхов%20И.И.Электромагнитная%20совместимость%20и%20качество%20электроэнергии.Уч.пособие.2015.pdf
Л2.3	Шаталов А. Ф., Воротников И., Мастепаненко М., Шарипов И., Аникуев С.	Электромагнитная совместимость в электроэнергетике: учебное пособие	Ставрополь: Агрус, 2014	1	http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277482

7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1		
----	--	--

7.3.1 Перечень программного обеспечения

7.3.1.1	Microsoft Windows Professional 7 Russian Upgrade Academic OPEN No Level
7.3.1.2	Microsoft Office Professional Plus 2010 Russian Academic OPEN 1 license No Level
7.3.1.3	Microsoft Imagine Premium для ФЭиА
7.3.1.4	Архиватор 7-Zip
7.3.1.5	Adobe Reader
7.3.1.6	doPDF

7.3.2 Перечень информационных справочных систем

7.3.2.1	Издательство "Лань" электронно-библиотечная система
7.3.2.2	«Университетская библиотека online»
7.3.2.3	Электронный каталог библиотеки БрГУ
7.3.2.4	Электронная библиотека БрГУ
7.3.2.5	Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"
7.3.2.6	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU
7.3.2.7	Университетская информационная система РОССИЯ (УИС РОССИЯ)
7.3.2.8	
7.3.2.9	Национальная электронная библиотека НЭБ

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1352	Лаборатория техники высоких напряжений	Учебная мебель 1. Проектор NEC NP 210 2. Экран на треноге 100 Drapper Diplomat 3. Системный блок AMD 4. Монитор TFT 17" LG Flatron 5. Метеостанция 6. Аппарат высоковольтный испытательный СКАТ-70 7. Цифровой аппарат испытания трансформаторного масла АИМ- 8. Аппарат высоковольтный АВ-70-05 9. Аппарат испытания диэлектриков цифровой АИД-70Ц 10. Аппарат высоковольтный АИИ-70М 11. Аппарат высоковольтный АИИ-70 12. Стенд ОЭБ1-С-Р (Основы. электробезопасности) 13. Тренажер-манекен Т12К «максим 111-01» 14. Электромеханический демонстрационный стенд МА2067 фирмы "METREL" (Словения)
1352	Лаборатория техники высоких напряжений	Учебная мебель 1. Проектор NEC NP 210 2. Экран на треноге 100 Drapper Diplomat 3. Системный блок AMD 4. Монитор TFT 17" LG Flatron 5. Метеостанция 6. Аппарат высоковольтный испытательный СКАТ-70 7. Цифровой аппарат испытания трансформаторного масла АИМ- 8. Аппарат высоковольтный АВ-70-05 9. Аппарат испытания диэлектриков цифровой АИД-70Ц 10. Аппарат высоковольтный АИИ-70М 11. Аппарат высоковольтный АИИ-70 12. Стенд ОЭБ1-С-Р (Основы. электробезопасности) 13. Тренажер-манекен Т12К «максим 111-01» 14. Электромеханический демонстрационный стенд МА2067 фирмы "METREL" (Словения)
1001	читальный зал №3	Учебная мебель, Оборудование 15- CPU 5000/RAM 2Gb/HDD (Монитор TFT 19 LG 1953S-SF); принтер HP LaserJet P3005

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Дисциплина Электромагнитная совместимость направлена на ознакомление с проблемами электромагнитной совместимости технических устройств, применяемых на объектах электроэнергетики, на изучение механизма влияния силовых цепей на смежные устройства, в том числе на слаботочные цепи, к которым относятся линии связи и автоматики.

Изучение дисциплины Электромагнитная совместимость предусматривает:

лекции,

практические занятия,

зачет.

В ходе освоения раздела 1 «Основные понятия и определения» студенты должны уяснить: что такое электромагнитная совместимость;

какие проблемы могут возникнуть при нарушении электромагнитной совместимости.

В ходе освоения раздела 2 «Источники электромагнитных помех» студенты должны уяснить:

какие основные источники помех окружают человека в быту и на производстве; на какие группы подразделяются источники электромагнитных помех.

В ходе освоения раздела 3 «Виды связей и способы их ослабления» студенты должны уяснить: каким образом помехи передаются от источника к приемнику; какие механизмы применимы для ослабления передаваемых помех.

В ходе освоения раздела 4 «Нормирование электромагнитных полей» студенты должны уяснить:

какие нормативные документы применяются в отечественных электрических сетях и за рубежом; какие предельно-допустимые уровни установлены для нормирования электромагнитных полей.

В ходе освоения раздела 6 «Способы и средства снижения помех» студенты должны уяснить: способы и средства снижения помех, передающихся по проводам;

способы и средства снижения помех, передающихся посредством электромагнитных полей.

В ходе освоения раздела 6 «Биоэлектромагнитная совместимость» студенты должны изучить: механизм влияния электромагнитного поля на биологические организмы; основные поражающие факторы; основные способы защиты от вредного воздействия электромагнитных полей.

В ходе освоения раздела 7 «Проблема наведенных напряжений от высоковольтных ЛЭП» студенты должны изучить:

механизм появления наведенных напряжений на проводниках, расположенных в непосредственной близости от высоковольтных ЛЭП; методики расчета уровней наведенных напряжений; правила проведения прямых измерений уровней наведенных напряжений; способы снижения наведенных напряжений до безопасных величин; технологию производства работ на объектах, находящихся в зоне действия наведенных напряжений.

Необходимо овладеть навыками и умениями применять физико-математический аппарат для оценки электромагнитной обстановки на объектах электроэнергетики.

В процессе изучения дисциплины рекомендуется на первом этапе обратить внимание на механизмы возникновения и передачи электромагнитных помех.

В процессе проведения практических занятий происходит закрепление навыков измерения и анализа электромагнитной обстановки, навыков решения проблем электромагнитной совместимости.

Самостоятельную работу необходимо начинать с изучения теоретического материала.

В процессе консультации с преподавателем необходимо выяснить все непонятные моменты.

Работа с литературой является важнейшим элементом в получении знаний по дисциплине. Прежде всего, необходимо воспользоваться списком рекомендуемой по данной дисциплине литературы.

Предусмотрено проведение аудиторных занятий в интерактивной форме (в виде лекции-дискуссии, лекции-беседы, лекции с разбором конкретных ситуаций, просмотр и обсуждение видеоматериалов) в сочетании с внеаудиторной работой.