

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

Б1.В.ДВ.01.02  
(индекс дисциплины)

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Электромагнитная совместимость электротехнических систем**

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки  
13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

направленность (профиль)  
Энергосбережение и энергоэффективность

Форма обучения: заочная

Год набора: 2023

Общая трудоемкость: 6 ЗЕ

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

<b>Семестр</b> <b>Форма контроля</b> <b>Вид занятий</b>	<b>5</b>	<b>Итого</b>
	Экзамен	
Лекции	4	4
Лабораторные		
Практические	4	4
Руководство: курсовые работы		
Промежуточная аттестация	0,35	0,35
Контактная работа	8,35	8,35
Самостоятельная работа	199	199
Контроль	8,65	8,65
<b>Итого</b>	<b>216</b>	<b>216</b>

Рабочую программу составил(и):

доцент кафедры «Электроснабжение и электротехника», доцент, к.т.н., Черненко А.Н.

*(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)*

---

Рецензирование рабочей программы дисциплины:



Отсутствует



Рецензент

---

*(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)*

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО и учебного плана направления подготовки

13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

---

**Срок действия рабочей программы дисциплины до «31» мая 2026 г.**

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры  
«Электроснабжение и электротехника»

---

(протокол заседания № 3 от «20» сентября 2022 г.).

## 1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – научить разрабатывать электротехнические устройства и системы, работоспособные в условиях сильных электромагнитных и кондуктивных помех.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: дисциплины Блока 1 части, формируемой участниками образовательных отношений направления подготовки бакалавриата 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: «Производственная практика (научно-исследовательская работа)», выпускная квалификационная работа.

## 3. Планируемые результаты обучения

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
ПК-2 Способен управлять деятельностью по эксплуатации объектов электроэнергетики	ПК-2.1. Проводит анализ статистики, формирует заключение об эксплуатационном состоянии электрооборудования, причинах отклонений от НТД, выдает рекомендации по созданию наиболее надежной схемы электрических соединений объектов электроэнергетики	Знать: виды и характеристики помех, каналы распространения электромагнитных помех и способы их ослабления.
		Уметь: измерять помехи, излучаемые компонентами оборудования и интерпретировать результаты измерений
		Владеть: навыками классификации электромагнитной обстановки, практической реализации методов снижения помех в электротехнических системах
	ПК-2.3. Анализирует эксплуатационное состояние объектов электроэнергетики с учетом требований к качеству электрической энергии и электромагнитной совместимости	Знать: основные методы и способы обеспечения электромагнитной совместимости электротехнических систем, обеспечивающие безопасность и надежность их работы; актуальные задачи и проблемы электромагнитной совместимости; методы анализа электромагнитных полей
		Уметь: разрабатывать мероприятия по повышению электромагнитной совместимости электротехнических систем; пользоваться нормативно-технической литературой в сфере электромагнитной совместимости
		Владеть: методами расчета уровней электромагнитных помех; методами составления моделей для расчета и анализа электромагнитной совместимости электротехнических систем

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Модуль (раздел)	Вид учеб- ной ра- боты	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наиме- нование оценочного средства)
1. Проблемы элек- тромагнитной сов- местимости элек- тротехнических си- стем	Лек.	1.1. Общие вопросы электромагнитной совместимости 1.2. Источники электромагнитных помех. Электромагнитная обстановка. 1.3. Коммутационные процессы в электрических цепях. Электрические и магнитные поля промышленной частоты, создаваемые силовым оборудованием. Радиочастотные поля	2	0,5	-	-	
	Пр.	Решение задач по темам 1.1-1.3.	2	0,5	-	-	Оценка решения практических задач и проверка усвоения материала
	Лек.	1.4. Виды и характеристики помех. Каналы распространения электромагнитных помех и способы их ослабления. Моделирование механизмов связи: связь через общее полное сопротивление; магнитная связь, емкостная связь; связь излучением. 1.5. Принципы измерений помех. Измерения помех, излучаемых компонентами оборудования.	2	0,5	-	-	
	Пр.	Решение задач по темам 1.4-1.5.	2	0,5	-	-	Оценка решения практических задач и проверка усвоения материала
	Лек.	1.6. Классификация электромагнитной	2	0,5	-	-	

Модуль (раздел)	Вид учеб- ной ра- боты	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наиме- нование оценочного средства)
		обстановки. Уровни помех электротехни- ческих систем. 1.7. Экологическое и техногенное влия- ние полей. Мониторинг кондуктивных помех, электрических и магнитных по- лей.					
	Пр.	Решение задач по темам 1.6-1.7.	2	0,5	-	-	Оценка решения практических задач и проверка усвоения материала
	Ср.	Изучение конспектов лекций. Изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой отве- тов на вопросы. Подготовка к практиче- ским занятиям.	2	67	-	-	
2. Методы и сред- ства ослабления уровня электромаг- нитных помех в электротехнических системах	Лек.	2.1.Применение экранов для ослабления электромагнитного влияния на электрон- ные приборы и системы. Эквивалентная глубина проникновения поля. Много- слойные экраны.	2	0,5	-	-	
	Пр.	Решение задач по темам 2.1.	2	0,5	-	-	Оценка решения практических задач и проверка усвоения материала
	Лек.	2.2. Особенности практической реализа- ции методов снижения помех в электро- технических системах. Выполнение за- земления и прокладка кабелей.	2	0,5	-	-	

Модуль (раздел)	Вид учеб- ной ра- боты	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наиме- нование оценочного средства)
		2.3. Экспериментальное определение по- мехоустойчивости. Устойчивость к элек- тромагнитным помехам. Требования по- мехоустойчивости и методы испытаний. Условия проведения испытаний.					
	Пр.	Решение задач по темам 2.2-2.3.	2	0,5	-	-	Оценка решения практических задач и проверка усвоения материала
	Лек.	2.4. Мероприятия по снижению помех. Заземление. Порты ввода/вывода, филь- тры, устройства защиты от перенапряже- ний. 2.5. Зонная концепция ослабления элек- тромагнитных помех в электронных устройствах и системах, установленных в зданиях. Выравнивание потенциалов внутренних систем заземления зданий. Мероприятия по ограничению помех. Ис- точники гармонических составляющих в напряжении.	2	0,5	-	-	
	Пр.	Решение задач по темам 2.4-2.5.	2	0,5	-	-	Оценка решения практических задач и проверка усвоения материала
	Ср.	Изучение конспектов лекций. Изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой отве-	2	65	-	-	

Модуль (раздел)	Вид учеб- ной ра- боты	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наиме- нование оценочного средства)
		тов на вопросы. Подготовка к практиче- ским занятиям.					
3. Стандартизация в области электро- магнитной совме- стимости	Лек.	3.1. Влияние гармоник на электротехни- ческие системы. Показатели качества электроэнергии. Снижение генерации высших гармоник. Аппаратура для испы- тания на помехоустойчивость элементов электротехнических систем.	2	0,5	-	-	
	Пр.	Решение задач по темам 3.1.	2	0,5	-	-	Оценка решения практических задач и проверка усвоения материала
	Лек.	3.2. Нормативно-техническая документа- ция в области электромагнитной совме- стимости, относящиеся к общим вопро- сам, к условиям эксплуатации ТС, мето- дам измерений в области ЭМС, методам испытаний, по установке оборудования в условиях эксплуатации и подавления по- мех.	2	0,5	-	-	
	Пр.	Решение задач по темам 3.2.	2	0,5	-	-	Оценка решения практических задач и проверка усвоения материала
	Ср.	Изучение конспектов лекций. Изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой отве- тов на вопросы. Подготовка к практиче-	2	67	-	-	

<b>Модуль (раздел)</b>	<b>Вид учеб- ной ра- боты</b>	<b>Наименование тем занятий (учебной работы)</b>	<b>Семестр</b>	<b>Объем, ч.</b>	<b>Баллы</b>	<b>Интерактив, ч.</b>	<b>Формы текущего контроля (наиме- нование оценочного средства)</b>
		ским занятиям.					
		Контроль	2	8,65	-	-	
	ПА	Сдача экзамена	2	0,35			
<b>Итого:</b>				<b>216</b>			



## **5. Образовательные технологии**

Для оценки знаний, умения и уровня профессиональных компетенций, приобретаемых выпускником в процессе изучения дисциплины «Электромагнитная совместимость электротехнических систем», используются технологии обучения:

- вводная видеолекция;
- лекции в форме вебинаров;
- практические занятия;
- выполнение практических заданий, которые позволяют приобрести практические знания и навыки решения задачи и работы с нормативной, методической, научно-технической и справочной литературой;
- проведение различных форм самостоятельной работы, которая включает подготовку к лекционным и практическим занятиям.

## **6. Методические указания по освоению дисциплины**

6.1. Обучающимся необходимо ознакомиться: с содержанием рабочей программы дисциплины, с целями и задачами дисциплины, ее связями с другими дисциплинами образовательной программы, методическими разработками по данной дисциплине.

6.2. Методические указания по подготовке к лекционным занятиям.

В ходе лекций рассматриваются основные понятия тем, связанные с ними теоретические и практические проблемы, даются рекомендации для самостоятельной работы и подготовке к практическим занятиям. Поэтому изучение дисциплины требует систематического и последовательного накопления знаний, следовательно, пропуски отдельных тем не позволяют глубоко освоить предмет. Обучающимся необходимо: перед каждой лекцией просматривать рабочую программу дисциплины, ее основные вопросы, рекомендуемую литературу, что позволит сэкономить время на освоение темы на аудиторном занятии; перед очередной лекцией необходимо просмотреть/повторить материалы предыдущей лекции. При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам.

6.3. Методические указания по подготовке к практическим занятиям.

В ходе практических занятий углубляются и закрепляются знания обучающихся по ряду рассмотренных на лекциях вопросов, знаний по вопросам электромагнитной совместимости электротехнических систем. На практических занятиях развиваются способности использовать современные информационные технологии, управлять информацией с применением прикладных программ; использовать сетевые компьютерные технологии, базы данных и пакеты прикладных продуктов. При подготовке к практическим занятиям каждый обучающийся должен:

- изучить рекомендованную литературу;
- изучить материалы лекций.

В процессе подготовки к практическим занятиям обучающиеся могут воспользоваться консультациями преподавателя посредством личных сообщений в системе Росдистант.

6.4. Самостоятельная работа включает в себя выполнение различного рода заданий и самостоятельное изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой к практическим занятиям. Контроль самостоятельной работы обучающихся над программой курса осуществляется в ходе практических занятий.

## 7. Оценочные средства

### 7.1. Паспорт оценочных средств

Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
5	ПК-2 (ПК-2.1)	Выполнение практических заданий, модули № 1-2 Опрос по теоретическому материалу Тестовые задания № 1-105 Вопросы для экзамена № 1-50
5	ПК-2 (ПК-2.3)	Выполнение практических заданий, модули № 3-6 Опрос по теоретическому материалу Тестовые задания № 1-105 Вопросы для экзамена № 1-50

### 7.2. Типовые задания или иные материалы, необходимые для текущего контроля

#### 7.2.1. Комплект модулей для выполнения практических заданий

Модуль 1. Перенапряжения при подключении ёмкостной нагрузки.

Модуль 2. Повторное зажигание дуги.

Модуль 3. Спектральный анализ импульсных помех.

Модуль 4. Фильтрация электромагнитных помех.

Модуль 5. Стеkanie тока в землю через групповой заземлитель.

Модуль 6. Электрическое поле линии электропередачи сверхвысокого напряжения.

#### Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, если обучающийся выполнил модуль практикума;
- оценка «не зачтено» - если обучающийся не выполнил модуль практикума.

#### 7.2.2. Типовые тестовые задания

##### Тест 1

1. Основными целями электромагнитной совместимости технических средств являются:
  - Предотвращение нарушений функционирования технических средств при воздействии на них электромагнитных помех.
  - Исключение или ограничение электромагнитных помех, создаваемых техническими средствами.
  - Исключение неблагоприятных электромагнитных воздействий на биологические объекты или ограничения уровня таких воздействий.
  - Обеспечение регламентированного стандартами качества электрической энергии в электрических сетях общего назначения.

2. Какой источник помех называют функциональным?
  - Если электромагнитная помеха для источника является полезным сигналом.
  - Если помехи носят побочный эффект в процессе работы источника.
  - Если источник создает кондуктивные помехи.
  - Если источник создает индуктивные помехи.
  - Если источник создает широкополосные помехи.
3. Укажите нефункциональный источник помех:
  - Передающие устройства радиосвязи.
  - Аппаратура, использующая цепи питания для передачи информации.
  - Радиолокаторы.
  - Импульсные блоки питания аппаратуры.
4. В зависимости от среды распространения ЭМП разделяются на:
  - Низкочастотные и высокочастотные.
  - Индуктивные и кондуктивные.
  - Микросекундные импульсные помехи большой энергии и микросекундные импульсные помехи малой энергии.
  - Колебательные затухающие помехи и колебательные незатухающие помехи.
5. Что является портом в оборудовании информационных технологий?
  - Зажим.
  - Разъем.
  - Клемма.
  - Стык связи.
  - Электрическая цепь внутри корпуса.
6. На основе спектральных характеристик электромагнитные помехи разделяют на:
  - Узкополосные и широкополосные.
  - Низкочастотные и высокочастотные.
  - Микросекундные импульсные и наносекундные импульсные.
  - Индуктивные и кондуктивные.
7. В целях решения общих задач помехоустойчивости технических средств стандартами в области ЭМС регламентированы следующие основные виды помех:
  - Микросекундные импульсные помехи большой энергии.
  - Микросекундные импульсные помехи малой энергии.
  - Радиочастотное электромагнитное поле в полосе частот от 80 до 1000 МГц.
  - Кондуктивные помехи, наведенные радиочастотными электромагнитными полями.
  - Кондуктивные помехи в полосе частот от 0 до 150 кГц.
8. В целях решения общих задач помехоустойчивости технических средств стандартами в области ЭМС регламентированы следующие основные виды помех. Укажите неправильный ответ.
  - Динамические изменения напряжения электропитания.
  - Колебания напряжения электропитания.
  - Изменения частоты питающего напряжения.
  - Изменения коэффициента мощности.

- Искажения синусоидальности напряжения электропитания.
- 9. Какие электрические связи возникают между каналом молнии и опорами, и проводами ЛЭП?
  - Ёмкостная.
  - Индуктивная.
  - Гальваническая.
- 10. С какой целью над проводами линий устанавливают тросы?
  - Для уменьшения коронного разряда.
  - Для защиты от прямых ударов молнии.
  - Для уменьшения емкостных связей между проводами линий.
  - Для обеспечения жесткости конструкции линии электропередач.

## Тест 2

11. Какое влияние оказывают электрические сети высокого напряжения?
  - Только мешающее.
  - Только опасное.
  - Не оказывают никакого влияния.
  - Для ответа недостаточно данных.
12. Что понимают под опасным влиянием токов и напряжений промышленной частоты?
  - То, которое создает опасность для здоровья и жизни обслуживающего персонала.
  - То, которое вызывает повреждения аппаратуры и приборов.
  - То, которое вызывает ложные срабатывания железнодорожной сигнализации.
13. С какой целью при расчете напряженности электрического поля трехфазной высоковольтной линии в схему вводят зеркальное отображение проводов.
  - Чтобы среду сделать однородной и использовать известные соотношения для однородной среды.
  - Для построения векторной диаграммы.
  - Потому, что необходимо определять только вертикальную составляющую поля.
  - Для компенсации наведенных зарядов в проводах линии.
14. Укажите допустимый уровень напряженности электрического поля ВЛ внутри помещения, кВ/м:
  - 5
  - 0,5
  - 10
  - 2
  - 15
15. Укажите допустимый уровень напряженности электрического поля ВЛ для ненаселенной местности, кВ/м:
  - 5
  - 10
  - 15
  - 20

☐ 30

16. Укажите допустимое напряжение прикосновения шага, В:

☐ 30

☐ 50

☐ 70

☐ 20

☐ 110

17. Укажите полный диапазон частот высокочастотных помех, создаваемых импульсами токов короны на проводах ВЛ, СВН и УВН, кГц:

☐ 1-10

☐ 10-20

☐ 20-100

☐ 20-1000

☐ 20-2000

18. Что является причиной возникновения высших гармоник?

☐ Полупроводниковые преобразовательные устройства.

☐ Электроплавильные печи.

☐ Электросварочные агрегаты.

☐ Линейная нагрузка.

☐ Насыщение стали трансформаторов.

19. Укажите допустимую продолжительность пребывания человека в течение суток при напряженности электрического поля 4 кВ/м для персонала, обслуживающего установки СВН (в минутах):

☐ 10

☐ 40

☐ 90

☐ 180

☐ Без ограничений

20. Могут ли оказывать влияние высоковольтные линии на линии связи?

☐ Да.

☐ Нет.

☐ Могут только при аварийных ситуациях на ВЛ.

### Тест 3

21. Укажите предельные воздействия для электронной аппаратуры - сети электропитания, кВ:

☐ 1-3

☐ 1-4

☐ 2-5

☐ 0,5-1

☐ 0,5-2

22. В зависимости от условия эксплуатации ТС подразделяются на классы. Сколько таких классов?
- 2
  - 3
  - 4
  - 5
  - 6
23. Что влияет на эффективность экранирования?
- Конфигурация и размеры экрана.
  - Электропроводность экрана.
  - Магнитная проницаемость экрана.
  - Диэлектрическая проницаемость воздуха.
  - Частота или скорость изменения поля.
24. Укажите правильную формулу для определения коэффициента экранирования электростатического поля, где  $E_1$  - напряженность электрического поля при отсутствии экрана, а  $E_3$  - при его наличии.
- $S_c = E_1 / E_3$
  - $S_c = E_3 / E_1$
  - $S_c = E_3 / (E_1 + E_3)$
  - $S_c = (E_1 + E_3) / E_1$
  - $S_c = \sqrt{(E_1)^2 + (E_3)^2}$
25. Эффективными способами борьбы с внешними помехами в цифровой и аналоговой технике являются:
- Электромагнитное экранирование.
  - Заземление.
  - Фильтрация.
  - Резервирование питания.
  - Замена элементной базы.
26. Укажите, какая точка называется опорным узлом заземления:
- Точка, к которой подсоединена земля логической части изделия.
  - Точка, к которой подсоединен корпус.
  - Точка, к которой подсоединена нейтраль питающей сети.
  - Точка, к которой подсоединены земля логической части изделия, корпус и нейтраль питающей сети.
27. Мероприятиями по снижению несинусоидальности напряжения являются:
- Применение оборудования с улучшенными характеристиками.
  - Применение "ненасыщающихся" трансформаторов.
  - Применение преобразователей с высокой пульсностью.
  - Применение преобразователей с низкой пульсностью.

- Подключение к мощной системе электроснабжения.

28. В каком случае можно не заземлять электрооборудование?

- Если устройство питается от сети напряжением не выше 500 В и находится при этом в помещении, в котором нет условий повышенной или особой опасности.
- Если устройство питается от разделяющего или понижающего трансформатора, выполняющего роль разделяющего. Трансформаторы должны удовлетворять специальным техническим требованиям в отношении повышенной надежности конструкции и повышенных испытательных напряжений. Вторичное напряжение трансформаторов не должно превышать 380 В. Корпус трансформаторов должен быть заземлен.
- Если устройство питается от сети переменного тока напряжением 36 В и ниже или постоянного тока 110 В и ниже.
- Если устройство питается от сети переменного тока напряжением 110 В и ниже или постоянного тока 36 В и ниже.
- Если система питания устройств содержит систему защитного отключения, которая обеспечивает автоматическое отключение всех фаз питания устройства с полным временем отключения с момента возникновения однофазного замыкания не более 0,2 с.

29. Укажите, какой стандарт определяет показатели качества электрической энергии (ПКЭ):

- ГОСТ 29280-91.
- ГОСТ 13109-97.
- ГОСТ 29191-91.
- ГОСТ Р 50007-93.
- ГОСТ Р 50648-93.

30. Основными ПКЭ являются:

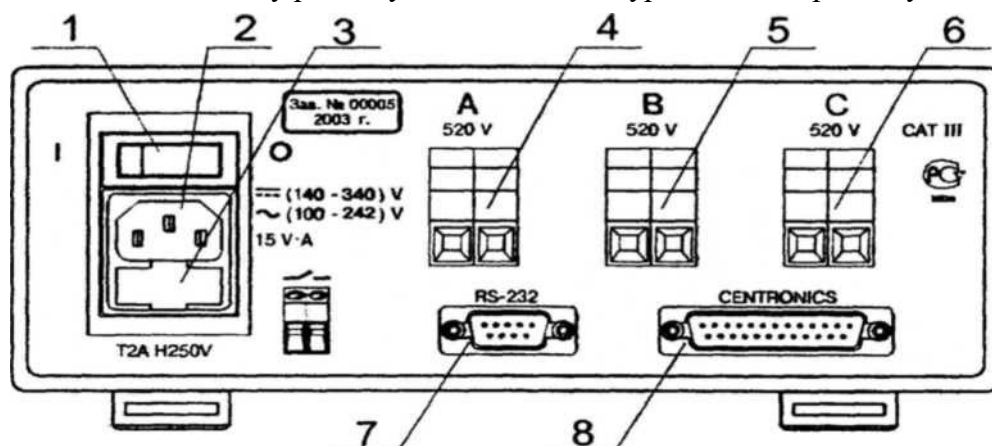
- Установившееся отклонение напряжения.
- Доза фликера.
- Коэффициент несимметрии напряжений по обратной последовательности.
- Коэффициент экранирования.
- Коэффициент несимметрии напряжений по нулевой последовательности.

#### **Тест 4**

31. Укажите тип прибора, которым можно производить измерения напряженности электрического поля в электроустановках сверхвысокого напряжения:

- РКЗ.01.
- ПЗ-1.
- RS232.
- ВЛ-38.

32. Укажите, к какому разъему подключить шнур питания к разъему?



- ☐ 1.
- ☐ 2.
- ☐ 3.
- ☐ 4.
- ☐ 5.

33. Какой ГОСТ регламентирует электромагнитную совместимость технических средств?

- ☐ ГОСТ Р 50627-93.
- ☐ ГОСТ 29280-91.
- ☐ ГОСТ 29156-91.
- ☐ ГОСТ Р 50007-93.
- ☐ ГОСТ Р 50008-93.

34. Какой ГОСТ регламентирует устойчивость к динамическим изменениям сети электропитания?

- ☐ ГОСТ Р 50627-93.
- ☐ ГОСТ 29291-91.
- ☐ ГОСТ 29156-91.
- ☐ ГОСТ Р 50007-93.
- ☐ ГОСТ Р 50008-93.

35. Какое влияние оказывает несинусоидальность напряжения на работу электрооборудования?

- ☐ Фронты несинусоидального напряжения воздействуют на изоляцию кабельных линий электропередач, учащаются однофазные короткие замыкания на землю. Аналогично кабелю пробиваются конденсаторы.
- ☐ Возрастает недоучёт электроэнергии вследствие тормозящего воздействия на индукционные счётчики гармоник обратной последовательности.
- ☐ Неправильно срабатывают устройства управления и защиты.
- ☐ Выходят из строя компьютеры.
- ☐ Уменьшается коэффициент экранирования.

36. Укажите, номера гармонических составляющих, которые требует оценивать ГОСТ 13109-97:

- ☐ Весь ряд от 1-й до 20-й включительно.



- Весь ряд от 2-й до 40-й включительно.
- Весь ряд от 2-й до 30-й включительно.
- Весь ряд от 2-й до 50-й включительно.
- Весь ряд от 2-й до 60-й включительно.

37. Укажите, какие обычно гармоники, переходящие в сеть от статических преобразователей, следует учитывать?

- 2, 3, 4, 5.
- 2, 4, 6, 8.
- 5, 7, 11, 13.
- 4, 8, 12, 16.
- 3, 6, 7, 10.

38. Что называется провалом напряжения?

- Внезапное и значительное повышение напряжения (более  $110\% U_{\text{ном}}$ ) длительностью более 10 миллисекунд.
- Внезапное и значительное снижение напряжения (менее  $90\% U_{\text{ном}}$ ) длительностью от нескольких периодов до нескольких десятков секунд с последующим восстановлением напряжения.
- Внезапное и значительное снижение напряжения (менее  $20\% U_{\text{ном}}$ ).
- Внезапное и значительное снижение напряжения (менее  $90\% U_{\text{ном}}$ ) длительностью меньше четверти периода.
- Быстро изменяющиеся отклонения напряжения длительностью от полупериода до нескольких секунд.

39. Какие мероприятия необходимо выполнить для снижения колебания напряжения? Укажите неправильный ответ.

- Применение оборудования с улучшенными характеристиками (снижение  $\Delta Q$ ).
- Применение электродвигателей со сниженным пусковым током и улучшенным  $\cos \varphi$  при пуске.
- Применение устройств плавного пуска-останова двигателя.
- Подключение к мощной системе электроснабжения (увеличение  $S_{\text{кз}}$ ).
- Применение электродвигателей с повышенным пусковым током.

40. Какие значения коэффициентов несимметрии напряжения по обратной ( $K_{2U}$ ) и нулевой ( $K_{0U}$ ) последовательностям устанавливает ГОСТ 13109-97?

- Нормально допустимое 2 % и предельно допустимое 4 %.
- Нормально допустимое 1 % и предельно допустимое 2 %.
- Нормально допустимое 3 % и предельно допустимое 5 %.
- Нормально допустимое 8 % и предельно допустимое 10 %.
- Нормально допустимое 8 % и предельно допустимое 12 %.

### **Критерии оценки:**

- оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, если обучающийся ответил больше чем на половину вопросов теста;
- оценка «не зачтено» - если обучающийся ответил на половину или меньше вопросов теста.

### **7.2.3. Вопросы на коллоквиум по разделам дисциплины**

1. Суть явления «электромагнитная совместимость».
2. Чем характеризуются электромагнитные влияния.
3. Уровни электромагнитных помех, единицы измерения.
4. Способы помехоподавления, применяемые приборы, схемы.
5. Основные типы и возможные диапазоны значений электромагнитных помех.
6. Способы описания помех
7. Классификация источников помех
8. Источники узкополосных помех, примеры
9. Источники широкополосных импульсных помех, примеры
10. Источники широкополосных переходных помех, примеры
11. Классы окружающей среды
12. Гальваническое влияние, примеры
13. Емкостное влияние
14. Индуктивное влияние
15. Воздействие электромагнитного излучения
16. Обзор пассивных и защитных компонентов от помех
17. Фильтры, применяемые приборы, наиболее распространенные схемы
18. Основные параметры импульсных и переходных помех

### **Критерии оценки:**

- оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, обнаружившему знания основного материала в объеме, необходимом для дальнейшего изучения дисциплины. При этом обучающийся допустил погрешности в ответах на вопросы коллоквиума, но при этом обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя
- оценка «не зачтено» выставляется обучающемуся, обнаружившему пробелы в знании основного материала в объеме, необходимом для дальнейшего изучения дисциплины. При этом обучающийся допустил принципиальные ошибки в ответах на вопросы коллоквиума.

### 7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

#### 7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

№ п/п	Вопросы к экзамену
1	Основные понятия и определения электромагнитной совместимости
2	Связь электромагнитной совместимости и качества электроэнергии
3	Природа электромагнитных полей и влияния, помехоустойчивость и помехоподавление
4	Экономические и организационные основы электромагнитной совместимости
5	Биологическое воздействие электромагнитного поля на человека и окружающую среду
6	Санитарно - гигиеническое нормирование электромагнитных полей,
7	Нормы по допустимым напряженностям электрических и магнитных полей промышленной частоты для населения и персонала электроустановок
8	Организация нормирования и контроля электромагнитной совместимости
9	Рынок средств электромагнитной совместимости
10	Внутренние источники электромагнитных помех
11	Внешние источники электромагнитных помех
12	Основные типы помех и диапазоны изменения их параметров.
13	Способы описания и представления помех
14	Источники электромагнитных помех на электрических станциях и подстанциях
15	Виды и характеристики помех.
16	Влияние генераторов высокой частоты
17	Влияние радиоприемников, компьютеров, вычислительных систем и коммутационных устройств
18	Влияние газоразрядных ламп
19	Каналы распространения электромагнитных помех и способы их ослабления
20	Источники и влияние электромагнитных полей в городах
21	Техника и технология измерения помех. Принципы измерений помех
22	Электромагнитная обстановка на объектах электроэнергетики. Классификация электромагнитной обстановки
23	Применение экранов для ослабления электромагнитного влияния на электронные приборы и системы.
24	Материалы для изготовления экранов. Экранирование приборов и помещений
25	Дифференциальные уравнения Максвелла
26	Особенности практической реализации методов снижения помех в электротехнических системах.
27	Выполнение заземления и прокладка кабелей
28	Экспериментальное определение помехоустойчивости.
29	Устойчивость к электромагнитным помехам электротехнических систем
30	ЭМС систем технологического управления. Мероприятия по снижению помех
31	Порты ввода/вывода, фильтры, устройства защиты от перенапряжений.
32	Экономические вопросы ЭМС
33	Зонная концепция ослабления электромагнитных помех в электронных устройствах и системах, установленных в зданиях
34	Узкополосные и широкополосные помехи.
35	Общие положения: источники гармонических составляющих в напряжении
36	Статический преобразователь как источник гармоник. Другие источники гармоник

<b>№ п/п</b>	<b>Вопросы к экзамену</b>
37	Влияние гармоник на системы электроснабжения: устройства релейной защиты, устройства измерения мощности и энергии и др.
38	Экологическое и техногенное влияние полей. Экологические аспекты ЭМС
39	Нормирование безопасных для человека полей. Радиопомехи. Акустический шум от ВЛ
40	Влияние линий высокого напряжения на линии связи
41	Грозовой разряд как внешний источник электромагнитных помех
42	Электромагнитные помехи в системах автоматики, в линиях связи и передачи данных
43	Классификация окружающей среды по помехам, связанным с проводами.
44	Электромагнитный импульс ядерного взрыва.
45	Классификация окружающей среды по помехам, вызванным электромагнитным излучением.
46	Нормативно-техническая документация в области электромагнитной совместимости, относящиеся к общим вопросам, к условиям эксплуатации ТС, методам измерений в области ЭМС, методам испытаний, по установке оборудования в условиях эксплуатации и подавления помех
47	Основные этапы проведения работ по определению электромагнитной обстановки
48	Коммутационные перенапряжения.
49	Коммутационные перенапряжения как источник электромагнитных помех
50	Ограничители перенапряжений

### 7.3.2. Критерии и нормы оценки

<b>Семестр</b>	<b>Форма проведения промежуточной аттестации</b>	<b>Критерии и нормы оценки</b>	
5	Экзамен (по накопительному рейтингу)	«отлично» 85-100 баллов	Обучающийся обладает глубокими и прочными знаниями программного материала; при ответе продемонстрировал исчерпывающее, последовательное и логически стройное изложение; правильно сформулировал понятия и закономерности по вопросу.
		«хорошо» 70-84 балла	Обучающийся обладает достаточно полным знанием программного материала; его ответ представляет грамотное изложение учебного материала по существу; отсутствуют существенные неточности в формулировании понятий; правильно применены теоретические положения, подтвержденные примерами.
		«удовлетворительно»	Обучающийся имеет общие

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
		55-69 баллов	знания основного материала без усвоения некоторых существенных положений; формулирует основные понятия с некоторой неточностью; затрудняется в приведении примеров, подтверждающих теоретические положения.
		«неудовлетворительно» 0-54 балла	Обучающийся не знает значительную часть программного материала; допустил существенные ошибки в процессе изложения; не умеет выделить главное и сделать вывод; приводит ошибочные определения.

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 8.1. Обязательная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Аполлонский С. М., Куклев Ю. В., Фролов В. Я.	Электрические аппараты управления и автоматики	Учебное пособие	2022	ЭБС "Лань"
2	Карташев И.И., Тульский В.Н., Шамонов Р.Г., Шаров Ю.В., Насыров Р.Р.	Управление качеством электроэнергии	Учебное пособие	2019	ЭБС "КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА"
3	Дьяков А. Ф., Максимов Б. К., Борисов Р. К. [и др.]	Электромагнитная совместимость и молниезащита в электроэнергетике	Учебник	2017	ЭБС "КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА"

### 8.2. Дополнительная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Шаталов А. Ф.	Электромагнитная совместимость в электроэнергетике	Учебное пособие	2014	ЭБС "ZNANIUM.COM"
2	Кузнецов В.Н.	Электромагнитная совместимость в электроэнергетике	Практикум	2014	Репозиторий ТГУ
3	Овсянников А. Г.	Электромагнитная совместимость в электроэнергетике	Учебник	2017	ЭБС "IPRbooks"

### 8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

- Web of Science [Электронный ресурс] : мультидисциплинарная реферативная база данных. – Philadelphia: Clarivate Analytics, 2016. – Режим доступа : [apps.webofknowledge.com](https://apps.webofknowledge.com). – Загл. с экрана. – Яз. рус.,англ.;
- Scopus [Электронный ресурс] : реферативная база данных. – Netherlands: Elsevier, 2004. – Режим доступа : [scopus.com](https://scopus.com). – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.;
- Elibrary [Электронный ресурс] : научная электронная библиотека. – Москва : НЭБ, 2000. – Режим доступа : [elibrary.ru](https://elibrary.ru). – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.;
- Springer Link [Электронный ресурс] : [база данных].– Switzerland: SpringerNature, 1842. – Режим доступа : [link.springer.com](https://link.springer.com). – Загл. с экрана. – Яз. англ.;
- Science Direct [Электронный ресурс] : коллекция электронных книг издательства Elsevier. – Netherlands: Elsevier, 2018. – Режим доступа : [sciencedirect.com](https://sciencedirect.com). – Загл. с экрана. – Яз. англ.;
- Cambridge university press [Электронный ресурс] : журналы издательства. – Cambridge: Cambridge university press, 2018 . – Режим доступа : [cambridge.org](https://cambridge.org). – Загл. с экрана. – Яз. англ.;
- NEICON [Электронный ресурс] : электронная информация : архив научных журналов. – Москва : НЭИКОН, 2002. – Режим доступа : [neicon.ru/resources/archive](https://neicon.ru/resources/archive). – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.
- Electromagnetic compatibility – Wikipedia, the free encyclopedia [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://en.wikipedia.org/wiki/Electromagnetic\\_compatibility](https://en.wikipedia.org/wiki/Electromagnetic_compatibility)
- IEEE EMC Society Main Page [Электронный ресурс] : The IEEE Electromagnetic Compatibility Society. – Режим доступа: <http://www.emcs.org/>.
- Электромагнитная совместимость – Википедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D0%B3%D0%BD%D0%B8%D1%82%D0%BD%D0%B0%D1%8F\\_%D1%81%D0%BE%D0%B2%D0%BC%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%BC%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D0%B3%D0%BD%D0%B8%D1%82%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D0%BE%D0%B2%D0%BC%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%BC%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C).
- Электромагнитная совместимость, ГОСТы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://standartgost.ru/0/722-elektromagnitnaya\\_sovmestimost](http://standartgost.ru/0/722-elektromagnitnaya_sovmestimost).

### 8.4. Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование ПО	Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)
1	Windows: WinPro 10 RUS Upgrd OLP NL Acdmc	договор № 757 от 04.07.2018, срок действия – бессрочно; контракт № 1653 от 14.12.2018, срок действия – бессрочно
2	Office Standard: Office Stdandard 2013 Russian OLP NL AcademicEdition	договор № 690 от 19.05.2015, срок действия – бессрочно
3	Mirapolis Human Capital Management	Лицензионный договор № 614 от 20.06.2023, срок действия до 31.12.2023 включительно
4	Mathcad Education - University Edition Subscription (25 pack)	Контракт № 469 от 05.06.2020 г.), срок действия - бессрочно
5	MATLAB & Simulink	652/2014 от 07.07.2014, бессрочная

**8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
1	<p>Аудитория веб-конференций.</p> <p>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа.</p> <p>Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа.</p> <p>Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ).</p> <p>Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций.</p> <p>Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (Э-705)</p>	<p>Стол преподавательский, экран телевизионный, роутер, стойка для телевизора, веб.камера, транспарант-перетяжка, ширма, наушники, компьютер с выходом в Интернет</p>
2	<p>Аудитория веб-конференций.</p> <p>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа.</p> <p>Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа.</p> <p>Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ).</p> <p>Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций.</p> <p>Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации (Э-405)</p>	<p>Стол преподавательский, экран телевизионный, роутер, стойка для телевизора, веб.камера, транспарант-перетяжка, ширма, наушники, компьютер с выходом в Интернет.</p>
3	<p>Помещение для самостоятельной работы обучающихся (Г-401)</p>	<p>Стол, стулья, компьютеры</p>
4	<p>Помещение для самостоятельной работы обучающихся (С-916)</p>	<p>Стол, стулья, компьютеры</p>