

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

**Б1.В.05**

(индекс дисциплины)

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Электромагнитная совместимость систем управления объектов электроэнергетики**

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки

13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

направленность (профиль)

Режимы работы электрических источников питания, подстанций, сетей и систем

Форма обучения: очная

Год набора: 2021

Общая трудоемкость: 6 ЗЕ

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

<b>Семестр</b> <b>Форма контроля</b> <b>Вид занятий</b>	1	<b>Итого</b>
	Экзамен	
Лекции	32	32
Лабораторные		
Практические	32	32
Руководство: курсовые работы		
Промежуточная аттестация	0,35	0,35
Контактная работа	64,35	64,35
Самостоятельная работа	116	116
Контроль	35,65	35,65
<b>Итого</b>	<b>216</b>	<b>216</b>

Рабочую программу составил(и):

доцент, доцент, к.т.н. Кузнецов В.Н.

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

*(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» августа 2023 г.

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры

«Электроснабжение и электротехника»

(протокол заседания № 2 от «10» сентября 2020 г.)

## 1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – подготовить студента к самостоятельному решению инженерно-исследовательских задач по обеспечению электромагнитной совместимости в электроэнергетике.

## 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»: «Высшая математика», «Физика», «Показатели и контроль качества электрической энергии».

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: «Устойчивость систем электроснабжения», «Проектирование и оптимизация систем электроснабжения 2», «Системный анализ и принятие решений по повышению надежности систем электроснабжения», «Расчетно-экспериментальные исследования динамики систем электроснабжения», «Коммерческий учет электроэнергии», «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-2.3. Анализирует эксплуатационное состояние объектов электроэнергетики с учетом требований к качеству электрической энергии и электромагнитной совместимости	Знать: основные методы и способы обеспечения электромагнитной совместимости систем управления объектов электроэнергетических систем, обеспечивающие безопасность и надежность работы электроэнергетических объектов; актуальные задачи и проблемы электромагнитной совместимости
		Уметь: разрабатывать мероприятия по повышению электромагнитной совместимости на электроэнергетических объектах; пользоваться нормативно-технической литературой в сфере электромагнитной совместимости
		Владеть: методами расчета уровней электромагнитных помех; методами составления моделей для расчета и анализа электромагнитной совместимости электроэнергетических объектов

#### 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 электромагнитной совместимости систем управления объектов электроэнергетики	Лек.	1.1. Предмет и задачи курса. Нормативные документы и рекомендации. 1.2. Источники электромагнитных помех на электрических станциях и подстанциях. Электромагнитная обстановка. 1.3. Коммутационные процессы в цепях высокого напряжения. Электрические и магнитные поля промышленной частоты, создаваемые силовым оборудованием станций и подстанций. Радиочастотные поля. Разряды статического электричества. Переходные процессы при ударах молнии.	1	4	-	-	
	Пр.	Решение задач по темам 1.1-1.3.	1	4	-	-	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, воздушными линиями электропередачи и шинами подстанций.	1	4	-	-	

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)
	Пр.	Решение задач по темам 1.4-1.5.	1	4	-	-	Оценка решения практических задач и проверка усвоения материала
	Лек.	1.6. Электромагнитная обстановка на объ- ектах электроэнергетики. Классификация электромагнитной обстановки. Уровни помех на объектах электроэнергетики. Методика комплексного определения электромагнитной обстановки на электри- ческих станциях и подстанциях. 1.7. Исходные данные и состав работ: об- следование заземляющего устройства, си- стемы молниезащиты. Мониторинг кон- дуктивных помех, электрических и маг- нитных полей.	1	4	-	-	
	Пр.	Решение задач по темам 1.6-1.7.	1	4	-	-	Оценка решения практических задач и проверка усвоения материала
	Ср.	Изучение конспектов лекций. Изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой ответов на вопросы. Подготовка к практическим занятиям.	1	36	-	-	
2. Методы и сред- ства ослабления уровня электро-	Лек.	2.1.Применение экранов для ослабления электромагнитного влияния на электрон- ные приборы и системы. Эквивалентная	1	4	-	-	

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)
магнитных помех в системах управ- ления		глубина проникновения поля. Многослой- ные экраны.					
	Пр.	Решение задач по темам 2.1.	1	4	-	-	Оценка решения практических задач и проверка усвоения материала
	Лек.	2.2. Особенности практической реализа- ции методов снижения помех на электри- ческих станциях и подстанциях. Выпол- нение заземления и прокладка кабелей. Особенности проектирования заземляю- щих систем КРУЭ. 2.3. Экспериментальное определение по- мехоустойчивости. Устойчивость к элек- тромагнитным помехам на электростанци- ях и подстанциях. Требования помехо- устойчивости и методы испытаний. Усло- вия проведения испытаний.	1	4	-	-	
	Пр.	Решение задач по темам 2.2-2.3.	1	4	-	-	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-	1	4	-	-	

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)
		тромагнитных помех в электронных устройствах и системах, установленных в зданиях. Выравнивание потенциалов внутренних систем заземления зданий. Мероприятия по ограничению помех. Помехи в узлах нагрузки в системах электро-снабжения. Источники гармонических составляющих в напряжении.					
	Пр.	Решение задач по темам 2.4-2.5.	1	4	-	-	Оценка решения практических задач и проверка усвоения материала
	Ср.	Изучение конспектов лекций. Изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой ответов на вопросы. Подготовка к практическим занятиям.	1	42	-	-	
3. Стандартизация в области электромагнитной совместимости	Лек.	3.1. ЭМС технических средств в узлах нагрузки электрических сетей. Влияние гармоник на системы электроснабжения: устройства релейной защиты, устройства измерения мощности и энергии и др. Показатели качества электроэнергии.	1	4	-	-	
	Пр.	Решение задач по темам 3.1.	1	4	-	-	Оценка решения практических задач и проверка усвоения материала
	Лек.	3.2. Нормативно-техническая документа-	1	4	-	-	

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)
		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.					
	Пр.	Решение задач по темам 3.2.	1	4	-	-	Оценка решения практических задач и проверка усвоения материала
	Ср.	Изучение конспектов лекций. Изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой ответов на вопросы. Подготовка к практическим занятиям.	1	38	-	-	
		Контроль	1	35,65	-	-	
	ПА	Сдача экзамена	1	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 «Устойчивость систем электроснабжения», используются технологии традиционного обучения:

- лекции;
- практические занятия с устным опросом студентов и закреплением теоретического материала;
- индивидуальные и групповые консультации по теоретическим и практическим вопросам курса;
- выполнение практических заданий, которые позволяют приобрести практические знания и навыки решения задачи и работы с нормативной, методической, научно-технической и справочной литературой;
- проведение семинара с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся;
- проведение различных форм самостоятельной работы, которая включает изучение теоретического материала и подготовку к практическим работам.

## **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 вопросы, 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. 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. При подготовке к практическим занятиям обучающийся должен:

- изучить рекомендованную литературу;
- изучить материалы лекций;
- подготовить ответы на все вопросы по изучаемой теме;
- выполнить домашнее задание, рекомендованное преподавателем при изучении каждой темы занятия.

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 (устный опрос, решение задач, публичное выступление с докладом по выбранной теме, тестирование).

## 7. Оценочные средства

### 7.1. Паспорт оценочных средств

Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	ПК-2 (ПК-2.3)	Выполнение практических заданий, модули № 1-6 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 студенту, если студент выполнил модуль практикума;
- оценка «не зачтено» - если студент не выполнил модуль практикума.

#### 7.2.2. Типовые тестовые задания

##### Тест 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.
- 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):

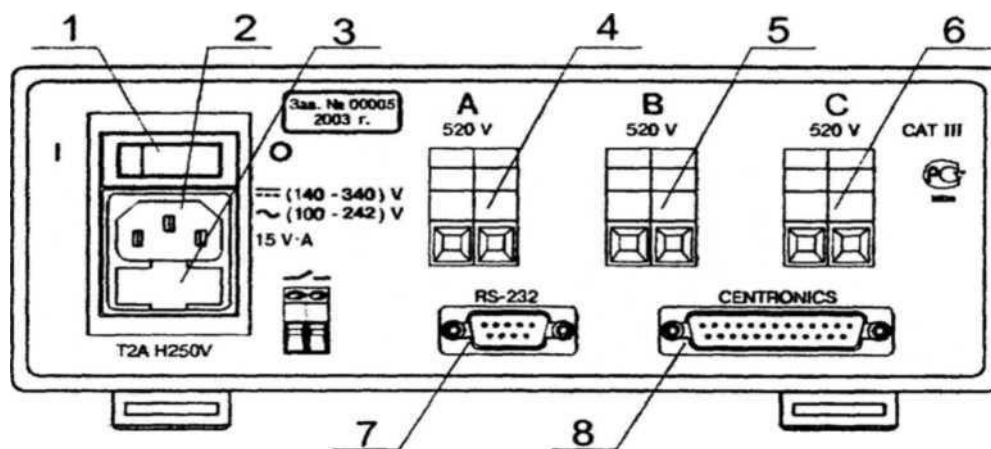
- ГОСТ 29280-91.
  - ГОСТ 13109-97.
  - ГОСТ 29191-91.
  - ГОСТ Р 50007-93.
  - ГОСТ Р 50648-93.
30. Основными ПКЭ являются:
- Установившееся отклонение напряжения.
  - Доза фликера.
  - Коэффициент несимметрии напряжений по обратной последовательности.
  - Коэффициент экранирования.
  - Коэффициент несимметрии напряжений по нулевой последовательности .

#### Тест 4

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

- РК3.01.
- 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 студенту, если студент ответил больше чем на половину вопросов теста;
- оценка «не зачтено» - если студент ответил на половину или меньше вопросов теста.

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

#### 7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

Семестр 1

№ 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 на электрических станциях и подстанциях.
27	Выполнение заземления и прокладка кабелей
28	Экспериментальное определение помехоустойчивости.
29	Устойчивость к электромагнитным помехам на электростанциях и подстанциях
30	ЭМС систем технологического управления объектами энергетики. 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

№ п/п	Вопросы к экзамену
34	Помехи в узлах нагрузки в системах электроснабжения.
35	Общие положения: источники гармонических составляющих в напряжении
36	ЭМС технических средств в узлах нагрузки электрических сетей.
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	Провалы напряжения.

### 7.3.2. Критерии и нормы оценки

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
1	Экзамен (письменный опрос студентов по билетам)	«отлично»	Студент обладает глубокими и прочными знаниями программного материала; при ответе продемонстрировал исчерпывающее, последовательное и логически стройное изложение; правильно сформулировал понятия и закономерности по вопросу.
		«хорошо»	Студент обладает достаточно полным знанием программного материала; его ответ представляет грамотное изложение учебного материала по существу; отсутствуют существенные неточности в формулирова-

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
			нии понятий; правильно применены теоретические положения, подтвержденные примерами.
		«удовлетворительно»	Студент имеет общие знания основного материала без усвоения некоторых существенных положений; формулирует основные понятия с некоторой неточностью; затрудняется в приведении примеров, подтверждающих теоретические положения.
		«неудовлетворительно»	Студент 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.	Электрические аппараты управления и автоматики	Учебное пособие	2017	ЭБС "Лань"

### 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	Метод.кабинет кафедры
3	Жежеленко И. В.	Электромагнитная совместимость в электрических сетях	Учебное пособие	2012	ЭБС "IPRbooks"
4	Овсянников А. Г.	Электромагнитная совместимость в электроэнергетике	Учебник	2013	ЭБС "ZNANIUM.COM"
5	Дьяков А.Ф.	Методические указания по определению электромагнитных обстановки и совместимости на электрических станциях и подстанциях СО 34.35.311-2004	Методические указания	2014	ЭБС "IPRbooks"
6	ООО ИД ЭНЕРГИЯ	ГОСТ Р 54149-2010. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения	ГОСТ	2012	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	Договор № 690 от 19.05.2015, срок действия – бессрочно
2	Office Standard	Договор № 690 от 19.05.2015, срок действия – бессрочно; Договор № 727 от 20.07.2016, срок действия – бессрочно
3	MathCAD	Акт п/п от 21.07.09 (Гос. Контракт 487 от 28.05.09), бессрочная
4	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	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (Э-609)	Столы ученические двухместные (моноблок), стол ученический трехместный моноблок, стол преподавательский, стул преподавательский, доска аудиторная (меловая), кафедра, экран, проектор, процессор, жалюзи
2	Лаборатория «Энергосбережение и энергосберегающие технологии». Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (Э-610)	Столы ученические четырехместные, стол преподавательский, стул преподавательский, доска аудиторная (меловая), компьютерные столы, лабораторные стенды, экран проектора, проектор, вводной автомат электроэнергии, компьютер в сборе, промышленный компьютер в сборе, жалюзи
3	Помещение для самостоятельной работы студентов. (Г-401)	Столы ученические, стулья ученические, ПК с выходом в сеть Интернет