

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Курганский государственный университет»
(КГУ)

Кафедра «Цифровая энергетика»

УТВЕРЖДАЮ:
Первый проректор
_____ / Т.Р. Змызгова /
« ____ » _____ 2024 г.

Рабочая программа учебной дисциплины
Электромагнитная совместимость в электроэнергетике
(наименование дисциплины)

образовательной программы высшего образования –
программы бакалавриата
13.03.02 - Электроэнергетика и электротехника

Направленность:
Электроснабжение

Формы обучения: очная, заочная

Курган 2024

Рабочая программа дисциплины «Электромагнитная совместимость в электроэнергетике» составлена в соответствии с учебными планами по программе бакалавриата «Электроэнергетика и электротехника» («Электроснабжение»), утвержденными:

- для очной формы обучения «28» июня 2024 года;
- для заочной формы обучения «28» июня 2024 года;

Рабочая программа дисциплины одобрена на заседании кафедры «Цифровая энергетика» «06» сентября 2024 года, протокол № 1

Рабочую программу составил
доцент, к.т.н.

И.И. Копытин

Согласовано:

Заведующий кафедрой
«Цифровая энергетика»
д.т.н., доцент

В.И. Мошкин

Специалист по учебно-методической
работе
Учебно-методического отдела

Г.В. Казанкова

Начальник управления
образовательной деятельности

И.В. Григоренко

1. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Всего: 3 зачетных единицы трудоемкости (108 академических часа)

Очная форма обучения

Вид учебной работы	На всю дисциплину	Семестр
		7
Аудиторные занятия (контактная работа с преподавателем), всего часов	32	32
в том числе:		
Лекции	16	16
Лабораторные работы	-	-
Практические занятия	16	16
Самостоятельная работа, всего часов	76	76
в том числе:		
Курсовая работа	-	-
Подготовка к зачету	18	18
Другие виды самостоятельной работы (самостоятельное изучение тем (разделов) дисциплины)	58	58
Вид промежуточной аттестации	Зачет	Зачет
Общая трудоемкость дисциплины и трудоемкость по семестрам, часов	108	108

Заочная форма обучения

Вид учебной работы	На всю дисциплину	Семестр
		9
Аудиторные занятия (контактная работа с преподавателем), всего часов	6	6
в том числе:		
Лекции	4	4
Лабораторные работы	-	-
Практические занятия	2	2
Самостоятельная работа, всего часов	102	102
в том числе:		
Курсовая работа	-	-
Подготовка к контрольной работе	18	18
Подготовка к зачету	18	18
Другие виды самостоятельной работы (самостоятельное изучение тем (разделов) дисциплины)	66	66
Вид промежуточной аттестации	Зачет	Зачет
Общая трудоемкость дисциплины и трудоемкость по семестрам, часов	108	108

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Электромагнитная совместимость в электроэнергетике» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1.

Изучение дисциплины базируется на результатах обучения, сформированных при изучении следующих дисциплин:

- Физика;
- Математика;
- Электроника;
- Техника высоких напряжений;
- Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем;

Результаты обучения по дисциплине необходимы для изучения дисциплины «Электрический привод» и выполнения выпускной квалификационной работы.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Целью освоения дисциплины «Электромагнитная совместимость в электроэнергетике» является: теоретическая и практическая подготовка бакалавров-электриков и открытие широкого круга проблем понимания в области электромагнитной совместимости к выполнению выпускной квалификационной работы и самостоятельной практической деятельности по специальности бакалавра-электрика.

Задачами дисциплины являются: научить обучающихся применять знания, полученные в курсах математики, физики, техники высоких напряжений и других дисциплин для расчета электромагнитной обстановки и показателей качества электроэнергии.

Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:

- готовность определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности (ПК-3)

Планируемые результаты обучения по дисциплине «Электромагнитная совместимость в электроэнергетике», индикаторы достижения компетенций ПК-3,

перечень оценочных средств

№ п/п	Код индикатора достижения компетенции	Наименование индикатора достижения компетенции	Код планируемого результата обучения	Планируемые результаты обучения	Наименование оценочных средств
1	ИД-1 _{ПК-3}	Знать: электромагнитные процессы, происходящие в элементах энергосистемы и в уста-	3 (ИД-1 _{ПК-3})	Знает: электромагнитные процессы, происходящие в элементах энергосистемы и в установленном режиме и при	Вопросы для сдачи зачета

		новившимся режиме и при внезапном изменении режима; формулы определения параметров, необходимых для расчета показателей качества электроэнергии		внезапном изменении режима; формулы определения параметров, необходимых для расчета показателей качества электроэнергии	
2	ИД-2 _{ПК-3}	Уметь: использовать методы расчета параметров электромагнитной обстановки на энергообъектах, показателей качества электроэнергии. Самостоятельно анализировать и изучать электронную и специальную литературу.	У (ИД-2 _{ПК-3})	Умеет: использовать методы расчета параметров электромагнитной обстановки на энергообъектах, показателей качества электроэнергии. Самостоятельно анализировать и изучать электронную и специальную литературу..	Вопросы для сдачи зачета
3	ИД-3 _{ПК-3}	Владеть навыками в составлении схем замещения электрических сетей и электроустановок потребителей электроэнергии и определении их параметров, а также определения направления повышения качества электроэнергии.	В (ИД-3 _{ПК-3})	Владеет: навыками в составлении схем замещения электрических сетей и электроустановок потребителей электроэнергии и определении их параметров, а также определения направления повышения качества электроэнергии	Вопросы для сдачи зачета

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Учебно-тематический план

Очная форма обучения

Рубеж	Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Количество часов контактной работы с преподавателем		
			Лекции	Практич. занятия	Лабораторные работы
Рубеж 1	1	Введение. Электромагнитная обстановка на объектах электроэнергетики.	2	2	-
	2	Помехоустойчивость технических средств	4	2	-
	3	Воздействие электромагнитных полей на биологические объекты	2	3	-
		Рубежный контроль № 1	-	1	-
Рубеж 2	4	Показатели качества электрической энергии	4	4	-
	5	Пути улучшения качества электрической энергии	4	3	-
		Рубежный контроль № 2	-	1	-
Всего:			16	16	-

Заочная форма обучения

Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Количество часов контактной работы с преподавателем		
		Лекции	Практич. занятия	Лабораторные работы
1	Введение. . Электромагнитная обстановка на объектах электроэнергетики.	1	1	-
2	Помехоустойчивость технических средств	-	-	-
3	Воздействие электромагнитных полей на биологические объекты	1	-	-
4	Показатели качества электрической энергии	1	1	-
5	Пути улучшения качества электрической энергии	1		-
Всего:		4	2	-

4.2. Содержание лекционных занятий

Тема 1 Введение. Электромагнитная обстановка на объектах электроэнергетики

Проблема электромагнитной совместимости. Основные термины и определения. Источники помех; чувствительные к помехам элементы; каналы передачи помех. Особенности передачи помех по эфиру. Уровни помех.

Тема 2 Помехоустойчивость технических средств

Методы испытаний и сертификации элементов вторичных цепей на помехоустойчивость. Типичные отказы аппаратуры при испытаниях на ЭМС. Методы повышения помехоустойчивости.

Тема 3 Воздействие электромагнитных полей на биологические объекты

Влияние полей, создаваемых устройствами электроэнергетики на биологические объекты; нормы по допустимым напряженностям электрических и магнитных полей для персонала и населения.

Тема 4 Показатели качества электрической энергии

Отклонения частоты. Отклонения напряжения, колебания напряжения и фликер. Несинусоидальность напряжения. Несимметрия трехфазных напряжений. Прерывания напряжения. Провалы напряжения и перенапряжения. Импульсные напряжения.

Тема 5 Пути улучшения качества электрической энергии

Краткая характеристика. Снижение отклонения напряжения. Снижение колебаний напряжения. Снижение уровней высших гармоник. Снижение несимметрий трехфазных напряжений. Уменьшение импульсных напряжений. Технические средства предназначенные для улучшения качества напряжения (силовые резонансные фильтры, симметрирующие устройства, статические компенсаторы прямого и косвенного действия)..

4.3. Практические занятия

Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Наименование практического занятия	Норматив времени, час.	
			Очная форма обучения	Заочная форма обучения
1	Введение. . Электромагнитная обстановка на объектах электроэнергетики.	Расчет заземления подстанции на напряжение 110кВ и выше	2	1
2	Помехоустойчивость технических средств	Схемы замещения элементов системы энергоснабжения и методики расчета их сопротивлений	2	-
3	Воздействие электромагнитных полей на биологические объекты	Методика расчета допустимых уровней электромагнитных полей, создаваемых ЛЭП;	2	-
3	Воздействие электромагнитных полей на биологические объекты	Расчет уровня электрической составляющей поля, создаваемого ЛЭП;	1	-
	Рубежный контроль № 1		1	-
4	Показатели качества электрической энергии	Методика расчета параметров источников токов высших гармоник;	2	-
4	Показатели качества электрической энергии	Расчет напряжений и токов высших гармоник	2	1
5	Пути улучшения качества электрической энергии	Расчет силовых резонансных фильтров.	2	-
5	Пути улучшения качества электрической энергии	Расчет размахов колебаний напряжения и выбор параметров технических устройств для улучшения качества электрической энергии;	1	-
	Рубежный контроль № 2		1	-
Всего:			16	2

4.4. Контрольная работа (для обучающихся заочной формы обучения)

Контрольная работа по дисциплине « Электромагнитная совместимость в электроэнергетике» состоит из решения трех задач.

Первая задача посвящена расчету токов и напряжений высших гармоник цеховой сети с включенным преобразователем.

Вторая задача посвящена расчету размаха колебаний напряжения при резко-переменной нагрузке.

Третья задача посвящена расчету статического компенсирующего устройства для питания дуговой печи.

Контрольная работа выполняется по индивидуальным исходным данным согласно методическим рекомендациям, указанным в разделе 8.

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

При прослушивании лекций рекомендуется в конспекте отмечать все важные моменты, на которых заостряет внимание преподаватель, в частности те, которые направлены на качественное выполнение соответствующего практического занятия.

Преподавателем запланировано использование при чтении лекций технологии учебной дискуссии. Поэтому рекомендуется фиксировать для себя интересные моменты с целью их активного обсуждения на дискуссии в конце лекции.

Залогом качественного выполнения практического занятия является самостоятельная подготовка к ним накануне путем повторения материалов лекций. Рекомендуется подготовить вопросы по неясным моментам и обсудить их с преподавателем в начале практического занятия.

Практические занятия по дисциплине посвящены решению задач.

Для текущего контроля успеваемости по очной форме обучения преподавателем используется балльно-рейтинговая система контроля и оценки академической активности. Поэтому настоятельно рекомендуется тщательно прорабатывать материал дисциплины при самостоятельной работе, участвовать во всех формах обсуждения и взаимодействия, как на лекциях, так и на практических занятиях в целях лучшего освоения материала и получения высокой оценки по результатам освоения дисциплины.

Выполнение самостоятельной работы подразумевает самостоятельное изучение разделов дисциплины, подготовку к практическим занятиям, к рубежным контролям (для обучающихся очной формы обучения), выполнение контрольной работы (для обучающихся по заочной форме обучения), подготовку к зачету.

Рекомендуемая трудоемкость самостоятельной работы представлена в таблице:

Рекомендуемый режим самостоятельной работы

Наименование вида самостоятельной работы	Рекомендуемая трудоемкость, акад. час.	
	Очная форма обучения	Заочная форма обучения
Самостоятельное изучение тем дисциплины:	46	65
Особенности заземления электроустановок на напряжения 10кВ и выше.	7	8
Документы, регламентирующие испытания на помехоустойчивость и на помехоэмиссию.	4	7
Снижение уровней электромагнитных помех в системах электроснабжения	7	10
Особенности формирования высших гармоник тока и напряжения преобразователями напряжения и частоты	6	8
Активные фильтры гармоник	8	12
Защита от влияния электромагнитных излучений и помех.	6	8
Мероприятия по обеспечению электромагнитной совместимости в соответствии с классом жесткости электромагнитной обстановки	8	12
Подготовка к лабораторным занятиям (по 1 часу на каждое занятие)	-	-
Подготовка к практическим занятиям (по 1 часу на каждое занятие)	8	1
Подготовка к рубежным контролям (по 2 часа на каждый рубеж)	4	-
Выполнение контрольной работы (для заочной формы обучения)	-	18
Подготовка к зачету	18	18
Всего:	76	102

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

6.1. Перечень оценочных средств

1. Балльно-рейтинговая система контроля и оценки академической активности обучающихся (для очной формы обучения)
2. Контрольная работа (для заочной формы обучения).
3. Перечень вопросов к рубежному контролю №1 и №2 (для очной формы обучения).
- 4 Банк заданий для практических занятий.

5. Перечень вопросов к зачету.

**6.2. Система балльно-рейтинговой оценки
работы студентов по дисциплине**

Очная форма обучения

№	Наименование	Содержание						
1	Распределение баллов за семестры по видам учебной работы, сроки сдачи учебной работы (доводятся до сведения обучающихся на первом учебном занятии)	Распределение баллов						
		Вид учебной работы:	Посещение лекций	Выполнение и защита отчетов по лабораторным работам	Работа на практических занятиях	Рубежный контроль №1	Рубежный контроль №2	Зачет
		Балльная оценка:	До 24	-	До 24	До 11	До 11	До 30
Примечания:	8лекций по 3 балла	-	8занятий по3 балла	На 4 практическом занятии	На последнем практическом занятии			
	Примечание:	<p>Корректирующий коэффициент K:</p> <p>$K=2$ за активную работу;</p> <p>$K=0,5$ за опоздание не более, чем на 15 мин;</p> <p>$K=0$ за опоздание более, чем на 15 мин, за грубое нарушение дисциплины на занятиях (порча имущества, сон, игры, шум, телефонные звонки, нахождение в нетрезвом или наркотическом состоянии, демонстрация пренебрежительного отношения к занятиям или окружающим и т.п.).</p>						
2	Критерий пересчета баллов в традиционную оценку по итогам работы в семестре и зачета	<p>60 и менее баллов – не зачтено;</p> <p>61...100 – зачтено</p>						

3	Критерии допуска к промежуточной аттестации, возможности получения автоматического зачета (экзаменационной оценки) по дисциплине, возможность получения бонусных баллов	<p>Для допуска к промежуточной аттестации (зачету) обучающийся должен набрать по итогам текущего и рубежного контроля не менее 51 балла и должен выполнить все лабораторные работы, практические занятия. В случае если обучающийся набрал менее 51 балла, то к аттестационным испытаниям он не допускается.</p> <p>Для получения зачета без проведения процедуры промежуточной аттестации обучающемуся необходимо набрать в ходе текущего и рубежных контролей не менее 61 балла. В этом случае итог балльной оценки, получаемой обучающимся, определяется по количеству баллов, набранных им в ходе текущего и рубежных контролей. При этом, на усмотрение преподавателя, балльная оценка обучающегося может быть повышена за счет получения дополнительных баллов за академическую активность.</p> <p>Обучающийся, имеющий право на получение оценки без проведения процедуры промежуточной аттестации, может повысить ее путем сдачи аттестационного испытания. В случае получения обучающимся на аттестационном испытании 0 баллов итог балльной оценки по дисциплине не снижается.</p> <p>За академическую активность в ходе освоения дисциплины, участие в учебной, научно-исследовательской, спортивной, культурно-творческой и общественной деятельности обучающемуся могут быть начислены дополнительные баллы. Максимальное количество дополнительных баллов за академическую активность составляет 30.</p> <p>Основанием для получения дополнительных баллов являются:</p> <ul style="list-style-type: none"> - выполнение дополнительных заданий по дисциплине; дополнительные баллы начисляются преподавателем; - участие в течение семестра в учебной, научно-исследовательской, спортивной, культурно-творческой и общественной деятельности КГУ..
4	Формы и виды учебной работы для неуспевающих (восстановившихся на курсе обучения) обучающихся для получения недостающих баллов в конце семестра	<p>В случае если к промежуточной аттестации (зачету) набрана сумма менее 51 баллов, обучающемуся необходимо набрать недостающее количество баллов за счет выполнения дополнительных заданий, до конца последней (зачетной) недели семестра.</p> <p>Ликвидация академических задолженностей, возникших из-за разности в учебных планах при переводе или восстановлении, проводится путем выполнения дополнительных заданий, форма и объем которых определяется преподавателем.</p>

6.3. Процедура оценивания результатов освоения дисциплины

Рубежный контроль №1 и №2 проводится в форме письменного тестирования.

Перед проведением каждого рубежного контроля преподаватель прорабатывает с обучающимися основной материал соответствующих разделов дисциплины в форме краткой лекции-дискуссии.

Варианты тестовых заданий для рубежных контролей № 1 состоят из 11 вопросов, № 2 из 11 вопросов.

На каждое тестирование при рубежном контроле обучающемуся отводится время не менее 30 минут.

Преподаватель оценивает в баллах результаты тестирования каждого обучающегося по количеству правильных ответов и заносит в ведомость учета текущей успеваемости.

Зачет проводится по билетам. Билет состоит из 2 вопросов, на которые обучающийся дает развернутый ответ. За правильный ответ, на каждый вопрос, обучающийся максимально может получить 15 баллов. Время, отводимое обучающемуся на билет, составляет 1 астрономический час.

Результаты текущего контроля успеваемости и зачета заносятся преподавателем в экзаменационную ведомость, которая сдается в день зачета в организационный отдел института, а также выставляются в зачетную книжку обучающегося.

6.4. Примеры оценочных средств для рубежных контролей и зачета

Примерный перечень вопросов к рубежному контролю №1:

1. Помехи, распространяющиеся по цепям передачи электроэнергии это:

Варианты ответов: 1. Излучаемые.

2. Кондуктивные.

3. Электростатический разряд.

2. Какой тип заземлений энергоустановок является наиболее выгодным с точки зрения ЭМС?

Варианты ответов: 1. Последовательное в одной точке.

2. Параллельное в одной точке.

3. Многоточечная система.

4. Комбинация из всех типов.

3. Когда проводится сертификация энергоприемников на помехоустойчивость?

Варианты ответов: 1. Проводится всегда.

2. Не проводится.

3. Проводится в исключительных случаях.

4. Какое влияние на биологические объекты оказывает воздействие электромагнитных полей сварочных машин?

Варианты ответов: 1. Вредное.
2. Полезное.
3. Не оказывает никакого влияния.

5. 5. Чему равен предельно допустимый уровень напряженности воздействующего электрического поля?

Варианты ответов: 1. 25 кВ/м. 2. 50 кВ/м. 3. 30 кВ/м

6. 6 Для каких помех устанавливаются нормы качества электроэнергии?

Варианты ответов: 1. Для кондуктивных.
2. Для излучаемых.
3. Для излучаемых и кондуктивных

7. Когда проводятся испытания элементов вторичных цепей на помехоустойчивость?

Варианты ответов: 1. Проводятся всегда.
2. Не проводятся.
3. Проводятся в исключительных случаях.

8 Как защитить аппаратуру управления в условиях высокого уровня электромагнитных полей?

Варианты ответов: 1. Экранировать.
2. Заземлить.
3. Экранировать и заземлить

9 Как называются помехи, распространяющиеся в пространстве?

Варианты ответов: 1. Излучаемые. 2. Кондуктивные. 3. Кондуктивные и излучаемые.

10 Чему равен допустимый уровень напряженности воздействующего электрического поля в течение рабочего дня?

Варианты ответов: 1. 10 кВ/м. 2. 5 кВ/м. 3. 8 кВ/м 4. 15 кВ/м

11 Какое влияние на качество электроэнергии оказывает подключение к сети батареи конденсаторов?

Варианты ответов: 1. Улучшение 2. Ухудшение 3. Не окажет никакого влияния

Примерный перечень вопросов к рубежному контролю №2:

1. Какое предельно допустимое отклонение напряжения в сети?

Варианты ответов: 1. $\pm 5\%$. 2. $\pm 10\%$. 3. $\pm 12\%$ 4. $\pm 15\%$

2. Чему равно нормально допустимое значение суммарного коэффициента искажения гармонических составляющих напряжения при номинальном напряжении 380 В.

Варианты ответов: 1. 8%. 2. 12%. 3. 12% 4. 10%

3. Какие гармоники в сеть генерируют электроприемники с нелинейными сопротивлениями.

Варианты ответов: 1. Четные. 2. Нечетные. 3. Четные и нечетные.

4. Как влияют токи обратной последовательности в сети на трехфазные вращающиеся машины?

Варианты ответов:

1. Увеличивают нагрев трехфазных вращающихся машин.
2. Уменьшают нагрев трехфазных вращающихся машин.
3. Не оказывают влияния на нагрев трехфазных вращающихся машин.

5. Что позволяет использование многофазных схем преобразователей напряжения?

Варианты ответов:

1. Снизить уровень колебаний напряжения.
2. Снизить уровень высших гармоник сети переменного тока.
3. Снизить несимметрию напряжений.

6. Как осуществляется симметрирование системы переменных нагрузок?

Варианты ответов:

1. Применение поперечной компенсации.
2. Применение продольной компенсации.
3. Применение тиристорных компенсаторов мощности.

7 Какие применяются пути снижения колебания напряжений сети?

Варианты ответов:

1. Схемные решения.
2. Специальные технические устройства.
3. Схемные решения и специальные технические решения.

8 Чем характеризуется несимметрия напряжений?

Варианты ответов:

1. Коэффициентом несимметрии напряжений по нулевой последовательности.
 2. Коэффициентом несимметрии напряжений по обратной последовательности.
 3. Коэффициентами несимметрии напряжений по нулевой и по обратной последовательности.
- 9 Чему равно нормально допустимое отклонение частоты переменного тока 50 Гц?

Варианты ответов: 1. $\pm 0,2$ Гц. 2. $\pm 0,4$ Гц. 3. ± 1 Гц. 4. ± 2 Гц

10 Как токи нулевой последовательности в сети влияют на потери электроэнергии?

- Варианты ответов:
1. Уменьшают потери электроэнергии.
 2. Увеличивают потери электроэнергии.
 3. Не влияет на потери электроэнергии.

11 Как уменьшить импульсные перенапряжения в сети?

- Варианты ответов:
1. Подключить батарею конденсаторов.
 2. Подключить ОПН.
 3. Подключить реактор.

Примерный перечень вопросов к зачету

1. Основные термины и определения.
2. Электромагнитные помехи, их классификация.
3. Индустриальные помехи, их природа.
4. Электромагнитная обстановка на объектах электроэнергетики.
5. Пути улучшения электромагнитной обстановки.
6. Сертификация вторичных цепей.
7. Документы, регламентирующие испытания на помехоустойчивость.
8. Документы, регламентирующие испытания на помехоэмиссию.
9. Влияние электромагнитных полей на биологические объекты.

10. Допустимые уровни напряженности электрических полей.
11. Допустимые уровни напряженности магнитных полей.
12. Методика расчета напряженности электрического поля ЛЭП.
13. Основные и дополнительные показатели качества электроэнергии.
14. Причины возникновения отклонения напряжения и влияние на функционирование электроприемников.
15. Причины возникновения колебаний напряжения и влияние на функционирование электроприемников.
16. Причины возникновения несимметрии напряжений и влияние на функционирование электроприемников.
17. Причины возникновения отклонения частоты, провалов напряжения влияние на функционирование электроприемников.
18. Причины возникновения несинусоидальности напряжения и влияние на функционирование электроприемников.
19. Причины возникновения импульсов перенапряжения напряжения влияние на функционирование электроприемников.
20. Электромагнитные помехи в системах электроснабжения.
21. Снижение уровней электромагнитных помех в системах электроснабжения.
22. Снижение уровней отклонения напряжения.
23. Снижение уровней колебания напряжения.
24. Снижение уровней несимметрии напряжения.
25. Снижение уровней высших гармоник напряжения.
26. Пути уменьшения импульсных перенапряжений и сокращение длительности провалов напряжения.
27. Схемы замещения элементов СЭС для расчетов показателей качества электроэнергии.

6.5. Фонд оценочных средств

Полный банк заданий для текущего, рубежных контролей и промежуточной аттестации по дисциплине, показатели, критерии, шкалы оценивания компетенций, методические материалы, определяющие процедуры оценивания образовательных результатов, приведены в учебно-методическом комплексе дисциплины.

7. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА

7.1. Основная учебная литература

1. Электротехника и электроника[Электронный ресурс]: Учебник. В 2 томах. Том2: Электроника / А.Л. Марченко, Ю.Ф. Опачий - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 574 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование) (Переплёт) ISBN 978-5-16-009061-02. Доступ из ЭБС «znanium.com»
2. Электроника[Электронный ресурс]: Учебное пособие для вузов / Соколов С.В., Титов Е.В., Соколов С.В. - М.: Гор. линия-Телеком, 2013. - 204 с.: 60x88 1/16. - (Специальность) ISBN 978-5-9912-0344-9. Доступ из ЭБС «znanium.com»

7.2. Дополнительная учебная литература

- 1 Рег, Дж. Промышленная электроника [Электронный ресурс] / Джеймс Рег. – М.: ДМК Пресс, 2011. – 1136 с.: ил. - ISBN 978-5-94074-478-82. Доступ из ЭБС «znanium.com»

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

1. Электромагнитная совместимость[Электронный ресурс]: Учебно-практическое пособие к проведению практических занятий по дисциплине «Электромагнитная совместимость в электроэнергетике» / Сост. Молошная Е.С., Фоменко О.В. - М.:НИЯУ "МИФИ", 2012. - 32 с. ISBN 978-5-7262-1721-5 Доступ из ЭБС «znanium.com»
2. Методика расчета показателей качества электрической энергии[Электронный ресурс]:Копытин Игорь Иванович
URI: <http://hdl.handle.net/123456789/2936> Курган: Издательство Курганского государственного университета, 2011. - 33с.- Доступ из ЭБС КГУ.

9. РЕСУРСЫ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. dist.kgsu.ru - Система поддержки учебного процесса КГУ.
2. <http://electricalschool.info/material/> - Школа для электрика (статьи и схемы).
3. <http://electrichelp.ru/elektrotexnicheskie-materialy/> - Информационный проект для специалистов энергетических служб и студентов.
4. <http://www.edu.ru/> Федеральный портал «Российское образование»

10. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ

1. ЭБС «Лань»
2. ЭБС «Консультант студента»
3. ЭБС «Znanium.com»
4. «Гарант» - справочно-правовая система

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение по реализации дисциплины осуществляется в соответствии с требованиями ФГОС ВО по данной образовательной программе.

12. ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (далее ЭО и ДОТ) занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. Распределение баллов соответствует п. 6.2 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до сведения обучающихся.

Аннотация к рабочей программе дисциплины
«Электромагнитная совместимость в электроэнергетике»

образовательной программы высшего образования –
 программы бакалавриата
13.03.02 - Электроэнергетика и электротехника

Направленность:
Электроснабжение

Трудоемкость дисциплины: 3 ЗЕ (108 академических часа), для очной и заочной форм обучения

Семестр: 7 (очная форма обучения), семестр 9 (заочная форма обучения)

Форма промежуточной аттестации: зачет

Содержание дисциплины

Проблема электромагнитной совместимости. Основные термины и определения. Источники помех; чувствительные к помехам элементы; каналы передачи помех. Особенности передачи помех по эфиру. Уровни помех.

Методы испытаний и сертификации элементов вторичных цепей на помехоустойчивость. Типичные отказы аппаратуры при испытаниях на ЭМС. Методы повышения помехоустойчивости. Отклонения частоты. Медленные изменения напряжения, колебания напряжения и фликер. Несинусоидальность напряжения. Несимметрия трехфазных напряжений. Прерывания напряжения. Провалы напряжения и перенапряжения. Импульсные перенапряжения. Краткая характеристика. Снижение отклонений напряжения. Снижение колебаний напряжения. Снижение уровней высших гармоник. Снижение несимметрий трехфазных напряжений. Уменьшение импульсных напряжений. Технические средства предназначенные для улучшения качества напряжения (силовые резонансные фильтры, симметрирующие устройства, статические компенсаторы прямого и косвенного действия)..

ЛИСТ
регистрации изменений (дополнений) в рабочую программу
учебной дисциплины
«Электромагнитная совместимость в электроэнергетике»

Изменения / дополнения в рабочую программу
на 20___ / 20___ учебный год:

Ответственный преподаватель _____ / Ф.И.О. _____ /

Изменения утверждены на заседании кафедры « ___ » _____ 20___ г.,
Протокол № _____

Заведующий кафедрой _____ « ___ » _____ 20___ г.

Изменения / дополнения в рабочую программу
на 20___ / 20___ учебный год:

Ответственный преподаватель _____ / Ф.И.О. _____ /

Изменения утверждены на заседании кафедры « ___ » _____ 20___ г.,
Протокол № _____

Заведующий кафедрой _____ « ___ » _____ 20___ г.