МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИЭиАС
_____ В.Р. Храмшин

04.02.2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

Направление подготовки (специальность)
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль/специализация) программы
Электроснабжение

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения
заочная

Институт/ факультет	Институт энергетики и автоматизированных систем
Кафедра	Электроснабжения промышленных предприятий
Курс	5

Магнитогорск
2025 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 144)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Электроснабжения промышленных предприятий
30.01.2025 г., протокол № 4

Зав. кафедрой _____ А.В. Варганова

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС
04.02.2025 г., протокол № 3

Председатель _____ В.Р. Храмшин

Рабочая программа составлена:
доцент кафедры ЭПП, канд. техн. наук _____ И.Р. Абдулвелеев

Рецензент:
зам. начальника ЭТО
АО «МАГНИТОГОРСКИЙ ГИПРОМЕЗ» _____ А.Ю. Литвинов

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Электроснабжения промышленных предприятий

Протокол от __ _____ 20__ г. № __
Зав. кафедрой _____ А.В. Варганова

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Электроснабжения промышленных предприятий

Протокол от __ _____ 20__ г. № __
Зав. кафедрой _____ А.В. Варганова

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2028 - 2029 учебном году на заседании кафедры Электроснабжения промышленных предприятий

Протокол от __ _____ 20__ г. № __
Зав. кафедрой _____ А.В. Варганова

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2029 - 2030 учебном году на заседании кафедры Электроснабжения промышленных предприятий

Протокол от __ _____ 20__ г. № __
Зав. кафедрой _____ А.В. Варганова

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2030 - 2031 учебном году на заседании кафедры Электроснабжения промышленных предприятий

Протокол от __ _____ 20__ г. № __
Зав. кафедрой _____ А.В. Варганова

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целью преподавания дисциплины «Управление качеством электрической энергии» является формирование у студентов знаний и практических навыков в вопросах расчёта воздействий нелинейных электрических нагрузок на питающую сеть, а также методов и средств обеспечения необходимого качества электроэнергии; приобретение навыков самостоятельного решения инженерных задач по расчету и выбору систем электроснабжения и их отдельных элементов с учетом распространения электромагнитных помех.

Задачи дисциплины:

– анализ нормативной базы основных показателей электромагнитной совместимости;

– изучение механизма воздействия нелинейных нагрузок и электромагнитных полей на систему электроснабжения и биологические объекты;

– изучение исполнения и принципов действия фильтрокомпенсирующих устройств для управления качеством электроэнергии.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Управление качеством электрической энергии» входит в часть учебного плана, формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Физика

Теоретические основы электротехники

Электрические машины

Электроэнергетические системы и сети

Электротехнологические установки

Переходные процессы в электроэнергетических системах

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

Электроснабжение

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Управление качеством электрической энергии» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-5 Способен оценивать нормальные, утяжеленные и послеаварийные режимы и ликвидировать аварийные режимы работы объектов профессиональной деятельности	
ПК-5.1	Организовывает проведение аварийно-восстановительных и ремонтных работ на оборудовании подстанций
ПК-5.2	Проводит профилактические испытания и осуществляет анализ функционирования устройств релейной защиты и автоматики
ПК-5.3	Составляет схемы замещения на обслуживаемом оборудовании, рассчитывает параметры режима короткого замыкания на оборудовании РУ и ЛЭП, рассчитывает и выбирает уставки и характеристики устройств РЗА

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц 144 акад. часов, в том числе:

– контактная работа – 12,9 акад. часов:

– аудиторная – 10 акад. часов;

– внеаудиторная – 2,9 акад. часов;

– в форме практической подготовки – 4 акад. часов;

– самостоятельная работа – 122,4 акад. часов;

– подготовка к экзамену – 8,7 акад. часа.

Форма аттестации – экзамен.

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Показатели качества электроэнергии								
1.1 Введение. Классификация кондуктивных и полевых электромагнитных помех. Российские и международные стандарты качества электроэнергии.	5	1			20	Подготовка к написанию РГР № 1 "Расчет несинусоидальности напряжения и выбор фильтров высших гармоник в СЭС с тиристорным преобразователем"	Написание РГР № 1 "Расчет несинусоидальности напряжения и выбор фильтров высших гармоник в СЭС с тиристорным преобразователем"	ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3
1.2 Баланс активной и реактивной мощности в электроэнергетических системах. Отклонение частоты и отклонение напряжения. Падение и потеря напряжения.				1	20	Подготовка к написанию РГР № 1 "Расчет несинусоидальности напряжения и выбор фильтров высших гармоник в СЭС с тиристорным преобразователем"	Написание РГР № 1 "Расчет несинусоидальности напряжения и выбор фильтров высших гармоник в СЭС с тиристорным преобразователем"	ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3
1.3 Несинусоидальность напряжения. Несимметрия напряжений. Влияние несинусоидальности и несимметрии напряжения		1		2	20	Подготовка к написанию РГР № 2 "Расчет искажений напряжения при работе ДСП"	Написание РГР № 2 "Расчет искажений напряжения при работе ДСП"	ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3
1.4 Колебания напряжения и частоты. Фликер-эффект. Определение уровней колебаний напряжения при работе прокатных станов и дуговых сталеплавильных печей.		1		1	20	Подготовка к написанию РГР № 2 "Расчет искажений напряжения при работе ДСП"	Написание РГР № 2 "Расчет искажений напряжения при работе ДСП"	ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3
Итого по разделу		3		4	80			

2. Схемотехнические средства для улучшения качества электроэнергии								
2.1 Влияние электрических и магнитных полей на человека. Предельно допустимые уровни напряжённости электрического и магнитного полей.	5			2	20	Подготовка к написанию РГР № 3 "Расчет напряженности электрического поля от воздушных линий"	Написание РГР № 3 "Расчет напряженности электрического поля от воздушных линий"	ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3
2.2 Схемные и технические средства для снижения несинусоидальности. Узкополосные, широкополосные фильтры и их расчет. Способы симметрирования. Технические средства для снижения колебаний напряжения: быстродействующие синхронные компенсаторы, статические компенсирующие		1			22,4	Подготовка к написанию РГР № 3 "Расчет напряженности электрического поля от воздушных линий"	Написание РГР № 3 "Расчет напряженности электрического поля от воздушных линий"	ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3
Итого по разделу		1		2	42,4			
Итого за семестр		4		6	122,4		экзамен	
Итого по дисциплине		4		6	122,4		экзамен	

5 Образовательные технологии

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Управление качеством электрической энергии» используются традиционная и модульно-компетентностная технологии.

Передача необходимых теоретических знаний и формирование основных представлений по курсу «Управление качеством электрической энергии» происходит с использованием мультимедийного оборудования.

Лекции проходят в традиционной форме, в форме лекций-консультаций и проблемных лекций. Теоретический материал на проблемных лекциях является результатом усвоения полученной информации посредством постановки проблемного вопроса и поиска путей его решения. На лекциях – консультациях изложение нового материала сопровождается постановкой вопросов и дискуссией в поисках ответов на эти вопросы.

При проведении практических занятий используются работа в команде и методы IT.

Самостоятельная работа стимулирует студентов в процессе подготовки домашних заданий, при решении задач на практических занятиях и итоговой аттестации.

Практические занятия проводятся в форме практической подготовки в условиях выполнения обучающимися видов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью и направленных на формирование, закрепление, развитие практических навыков и компетенций по профилю образовательной программы.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) Основная литература:

1. Гардин, А. И. Электромагнитная совместимость : учебно-практическое пособие / А. И. Гардин. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. - 156 с. – ISBN 978-5-9729-1177-6. – Текст : электронный. – URL: https://znanium.com/catalog/product/2102062 (дата обращения: 19.03.2025). – Режим доступа: по подписке.

б) Дополнительная литература:

1. Карташев И. И., Управление качеством электроэнергии : учебное пособие / И .И. Карташев. – М. : Издательский дом МЭИ, 2019. – ISBN 978-5-383-01355-7. – Текст : электронный // ЭБС «Консультант студента» : [сайт]. – URL : https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383013557.html (дата обращения: 19.03.2025). – Режим доступа : по подписке.

2. Николаева, С. И. Расчет режимов электрических сетей: Практикум / С. И.Николаева. – Волгоград : Волгоградский государственный аграрный университет, 2018. – 60 с.: ISBN. – Текст : электронный. – URL: https://znanium.com/catalog/product/1007827 (дата обращения: 19.03.2025). – Режим доступа: по подписке.

3. Шаталов, А. Ф. Электромагнитная совместимость в электроэнергетике [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. Ф. Шаталов, И. Н. Воротников, М. А. Мастепаненко и др. – Ставрополь : АГРУС Ставропольского гос. аграрного ун-та, 2014. – 64 с. – ISBN 978-5-9596-1058-6. – Текст : электронный. – URL: https://znanium.com/catalog/product/515122 (дата обращения: 19.03.2025). – Режим доступа: по подписке.

4. Журнал «Вестник ЮУрГУ. Серия «Энергетика» https://www.powervestniksusu.ru/index.php/PVS.

5. Журнал «Электротехнические системы и комплексы» http://esik.magtu.ru/ru/
6. Журнал «Вестник Ивановского государственного энергетического университета» http://vestnik.ispu.ru/

в) Методические указания:

1. Корнилов, Г. П. Расчет напряженности электрического поля воздушной линии электропередач [Текст]: методические указания к лабораторной работе №4 по дисциплинам «Электромагнитная совместимость в электроэнергетике», «Управление качеством электрической энергии» для студентов направлений 140400.62, 140400.68 «Электроэнергетика и электротехника» профиля «Электроснабжение» всех форм обучения / Г. П. Корнилов, М. В. Котов, А. А. Николаев. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2014. – 14 с.
2. Корнилов, Г. П. Расчет несинусоидальности напряжения в системах электро-снабжения с тиристорными преобразователями [Текст]: методические указания к лабораторной работе №3 по дисциплинам «Электромагнитная совместимость в электроэнергетике», «Управление качеством электрической энергии» для студентов направлений 140400.62, 140400.68 «Электроэнергетика и электротехника» профиля «Электроснабжение» всех форм обучения / Г. П. Корнилов, М. В. Котов, А. А. Николаев. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2014. – 23 с.
3. Корнилов, Г. П. Анализ показателей качества электроэнергии в системах электроснабжения крупных металлургических предприятий : учебное пособие / Г. П. Корнилов, А. А. Николаев, А. В. Малафеев. – Магнитогорск : МГТУ, 2012. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Загл. с титул. экрана. – URL: https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/56 (дата обращения: 19.03.2025). – Макрообъект. – Текст : электронный. – Сведения доступны также на CD-ROM.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Calculate Linux Desktop Xfce	свободно распространяемое ПО	бессрочно
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
Linux Calculate	свободно распространяемое ПО	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	https://dlib.eastview.com/
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: http://www1.fips.ru/
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	URL: https://host.megaprolib.net/MP0109/Web

Российская Государственная библиотека. Каталоги	URL: https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Тип и название аудитории: Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Оснащение аудитории: Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.

Тип и название аудитории: Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Оснащение аудитории: Доска, мультимедийный проектор, экран.

Тип и название аудитории: Помещения для самостоятельной работы обучающихся.

Оснащение аудитории: Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Тип и название аудитории: Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

Оснащение аудитории: Стеллажи, сейфы для хранения учебного оборудования.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
(обязательное)

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Аудиторная самостоятельная работа студентов на практических занятиях осуществляется под контролем преподавателя в виде решения задач и упражнений.

Внеаудиторная самостоятельная работа студентов осуществляется в виде чтения дополнительной литературы с углублённой проработкой материала, выполнения индивидуальных заданий с консультациями преподавателя.

Примерные расчетно-графические работы (РГР):

РГР №1 «Расчет несинусоидальности напряжения и выбор фильтров высших гармоник в СЭС с тиристорным преобразователем»

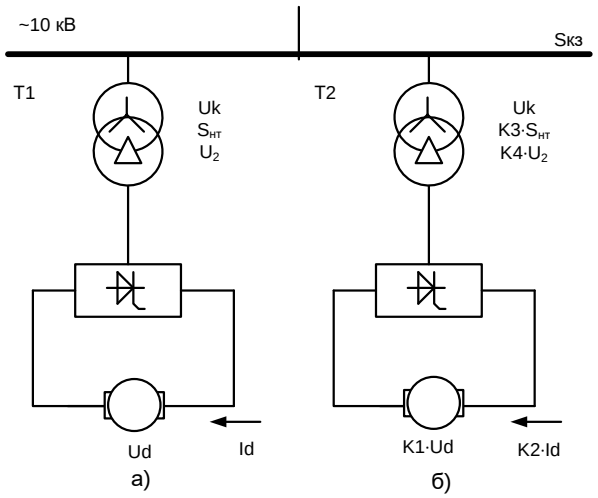


Рис 1. Схемы присоединения одномостовых ТП к сети 10 кВ

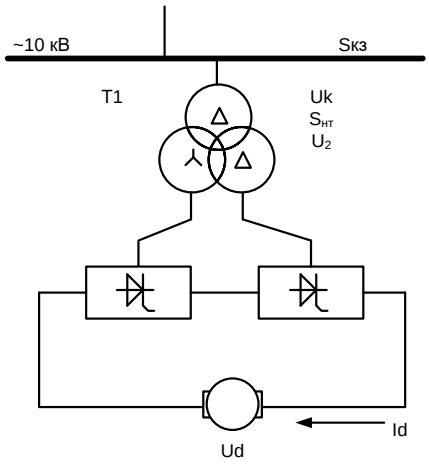


Рис. 2. Двухмостовая схема с двумя последовательно включенными преобразователями

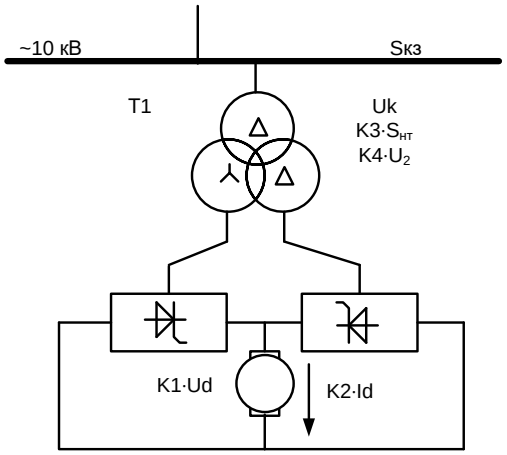


Рис. 3. Двухмостовая схема с двумя параллельно включенными преобразователями

Таблица 1. – Исходные данные для расчета K_U

Вариант	Схема ТП	Выпрямленныеток и напряжение		Параметрыпреобразовательноготрансформатора			Мощность КЗ Sкз, МВА	Примечание: K1,K2,K3,K4
		U_d2, В	I_d2, А	u_k2, %	Sнт2, МВА	U_{22}, В		
1	Рис. 1, а	400	1000	10	1	900	50	
2	Рис. 1, б	400	1000	10	1	900	50	K1=2; K2=0,5; K3=1
3	Рис. 1, а	300	3000	12	2	700	100	
4	Рис. 1, б	300	3000	12	2	700	100	K1=2; K2=2; K3=2
5	Рис. 1, а	700	2000	11	3	800	75	
6	Рис. 1, б	700	2000	11	3	800	75	K1=0,5; K2=0,5; K3=0,5
7	Рис. 1, а	500	2000	12	2	600	50	
8	Рис. 1, б	500	2000	12	2	600	50	K1=0,5; K2=2; K3=1
9	Рис. 1, а	700	1400	10	2	750	50	
10	Рис. 1, б	700	1400	10	2	750	50	K1=0,75; K2=1,5; K3=2
11	Рис. 2	850	7000	12	10	400	300	
12	Рис. 3	850	7000	12	10	400	300	K1=0,5; K2=2; K3=1; K4=2
13	Рис. 2	700	4000	10	4	400	150	
14	Рис. 3	700	4000	10	4	400	150	K1=1; K2=1; K3=1; K4=2

15	Рис. 2	600	5000	8	5	400	100	
16	Рис. 3	600	5000	8	5	400	100	K1=1,5; K2=1; K3=1; K4=2
17	Рис. 2	930	7000	10	12	450	300	
18	Рис. 3	930	7000	10	12	450	300	K1=1; K2=0,6; K3=0,6; K4=2
19	Рис. 2	825	5000	11	7	400	400	
20	Рис. 3	825	5000	11	7	400	400	K1=0,8; K2=1; K3=1; K4=2
21	Рис. 2	770	5000	10	10	400	200	
22	Рис. 3	770	5000	10	10	400	200	K1=0,6; K2=1; K3=1; K4=2
23	Рис. 1, а + Рис. 1, б	400	1000	10	1	900	50	K1=2; K2=0,5; K3=1
24	Рис. 2 + Рис. 3	850	7000	12	10	400	300	K1=0,5; K2=2; K3=1; K4=2
25	Рис. 2 + Рис. 3	930	7000	10	12	450	300	K1=1; K2=0,6; K3=0,6; K4=2

РГР №2 «Расчет искажений напряжения при работе ДСП»

Вариант № 1

В соответствии с заданным вариант рассчитать несинусоидальность в точках 1 и 2 (рис.4). Исходные данные приведены в табл.2.

Таблица 2 – Исходные данные для расчета

Вариант	$S_{кз}$(ВН), МВА	$S_{нт1}$, МВА	u_{k1}, %	$S_{нПТ2}$, МВА	u_{k2}, %
1	1000	40	10	10	12
2	1500	45	10	30	12
3	2000	50	10	40	12
4	2500	60	10	30	12
5	3000	90	10	70	12
6	3500	100	10	60	12
7	4000	120	10	100	12
8	4500	110	10	80	12

9	5000	120	10	100	12
10	6000	150	10	140	12

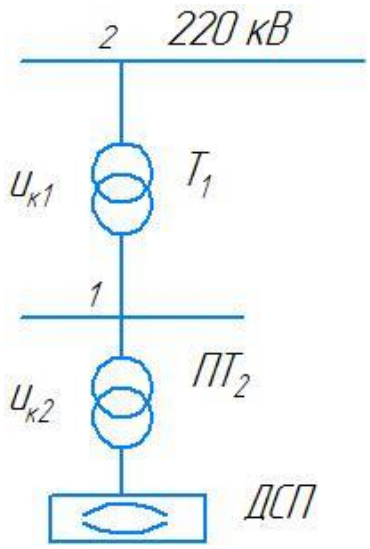


Рис. 4. Схема сети

РГР №3 «Расчет напряженности электрического поля от воздушных линий»

Вариант № 1

Линия электропередач имеет следующие параметры:

U = 110 кВ – напряжение линии;

H =26 м - высота крепления подвеса провода на опоре;

h2= 4 м – высота между проводами;

L1=2,5 м – расстояние между осью опоры и проводом.

S = 240 мм^2 – сечение проводов

В качестве точки расчета принимается т.Р с координатами x, h1 (x -это расстояние на котором находится объект от ЛЭП, h1 – высота, на которой находится исследуемый объект).

На рис. 5 изображена расчетная схема, на которой указаны все исследуемые параметры. Расчет выполнить в программе Mathcad.

По результатам построить зависимость напряженности магнитного поля E от x - расстояние на котором находится объект.

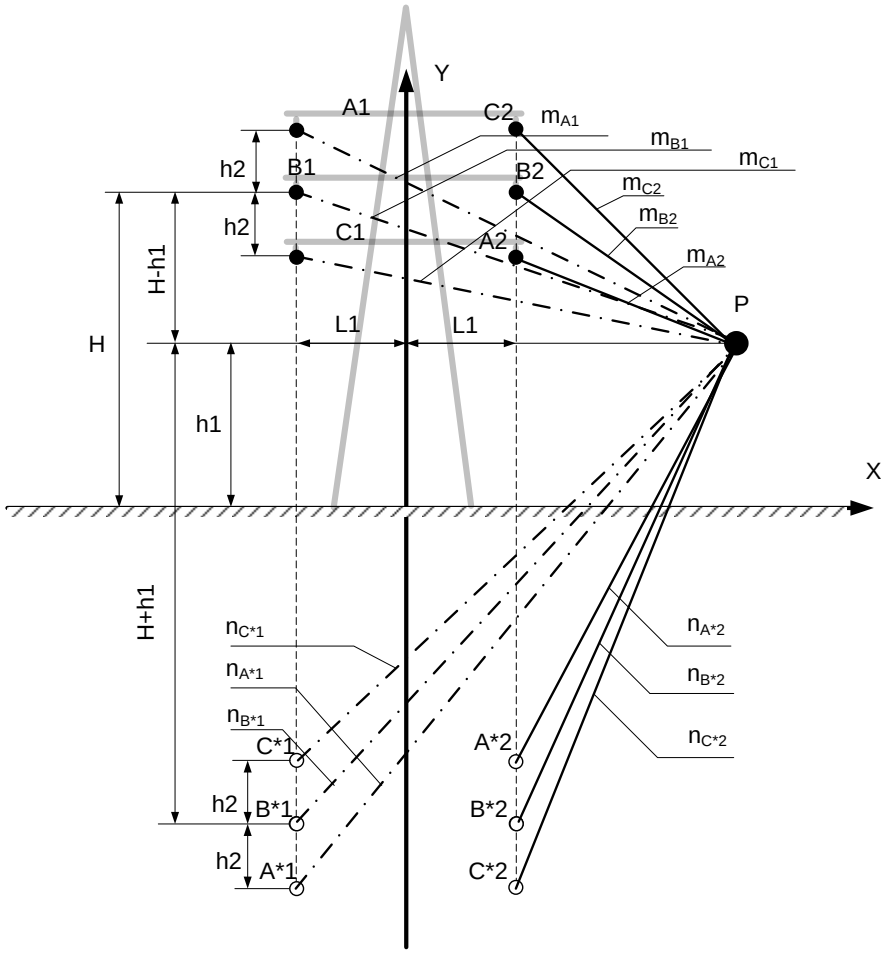
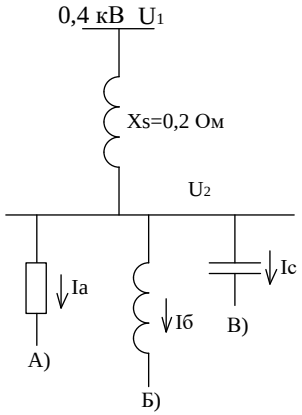
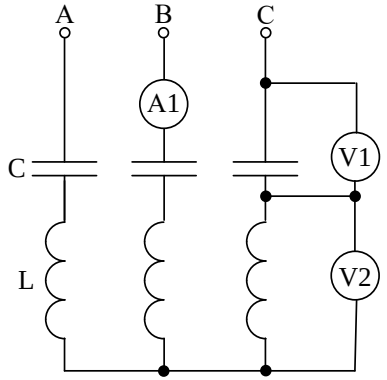


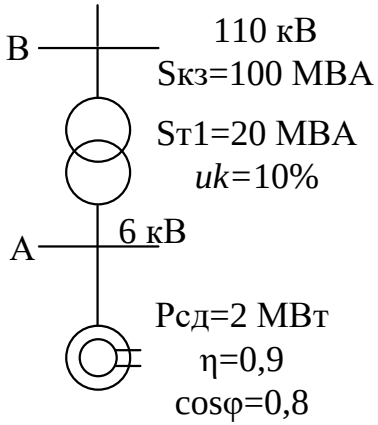
Рис.5. Схема для расчета воздействия электрических полей ЛЭП на окружающую среду.

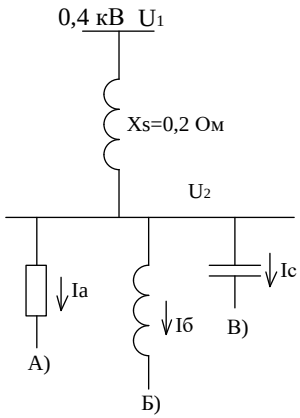
ПРИЛОЖЕНИЕ 2
(обязательное)

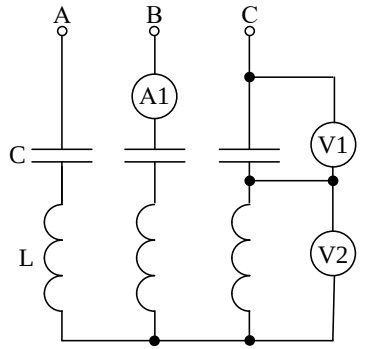
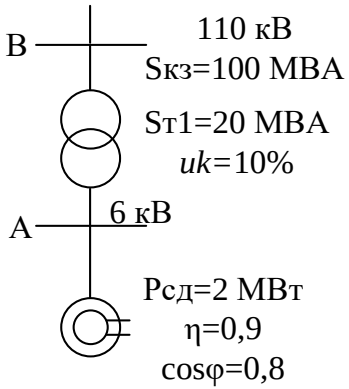
Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации
а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

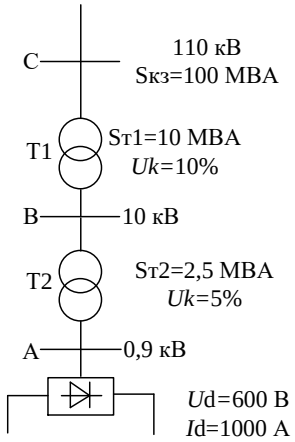
Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
ПК-5: Способен оценивать нормальные, утяжеленные и послеаварийные режимы и ликвидировать аварийные режимы работы объектов профессиональной деятельности		
ПК-5.1	Организовывает проведение аварийно-восстановительных и ремонтных работ на оборудовании подстанций	**Перечень вопросов для промежуточной аттестации:** 1 Влияние колебаний напряжения на работу электрооборудования. 2 Показатели качества электроэнергии и их нормирование. 3 Причины отклонения частоты в системе электроснабжения. 4 Схемные способы снижения колебаний напряжения. 5 Влияние отклонений частоты на работу электрооборудования. 6 Колебания частоты в системах электроснабжения. 7 Способы снижения отклонений частоты. 8 Режимы работы систем электроснабжения с дуговыми сталеплавильными печами. 9 Причины отклонений напряжения в системе электроснабжения. 10 Режимы работы систем электроснабжения с прокатными станами. **Примерные практические задания:** 1. Найти отношение между $\left\|U_1\right\| / U_2$ при различных нагрузках Iа=Iб=Iс=50 А. Построить векторную диаграмму.

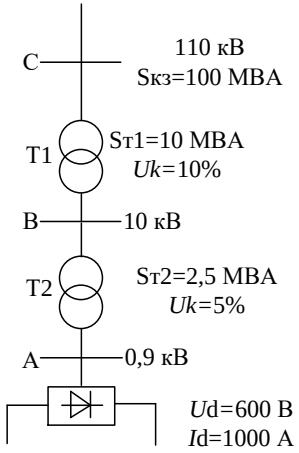
Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		 2. Рассчитать показания приборов в схеме фильтров второй гармоники при его подключении к трехфазной сети напряжением *U*л=6 кВ; ёмкость одного конденсатора С=66,3 мкФ. Рассчитать реактивную мощность фильтра, выделяемую в сеть на основной частоте.  3. Рассчитать остаточное напряжение в точках А и В при асинхронном пуске СД.

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		 **Перечень расчетно-графических работ:** **РГР №1 «Расчет несинусоидальности и выбор фильтров высших гармоник в СЭС с тиристорным преобразователем»**
ПК-5.2	Проводит профилактические испытания и осуществляет анализ функционирования устройств релейной защиты и автоматики	**Перечень вопросов для промежуточной аттестации** 1 Влияние отклонений напряжения на работу электрооборудования. 2 Экономический ущерб от пониженного качества электроэнергии. 3 Способы снижения отклонений напряжения. 4 Определение эквивалентных колебаний напряжения при работе прокатного стана с тиристорным приводом постоянного тока. 5 Режимы работы систем электроснабжения с несимметричной нагрузкой. 6 Узкополосные фильтры. 7 Оценка эффективности фильтрации. 8 Причины несимметрии напряжений в системе электроснабжения. 9 Широкополосные фильтры. 10 Влияние несимметрии напряжений на работу электрооборудования.

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		1. Найти отношение между $\lvert U_1 \rvert / U_2$ при различных нагрузках Iа=Iб=Iс=50 А. Построить векторную диаграмму.  2. Рассчитать показания приборов в схеме фильтров второй гармоники при его подключении к трехфазной сети напряжением *U*л=6 кВ; ёмкость одного конденсатора С=66,3 мкФ. Рассчитать реактивную мощность фильтра, выделяемую в сеть на основной частоте.

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		 3. Рассчитать остаточное напряжение в точках А и В при асинхронном пуске СД.  **Перечень расчетно-графических работ:** **РГР №2 «Расчет искажений напряжения при выборе ДСП»**
ПК-5.3	Составляет схемы замещения на обслуживаемом	**Перечень вопросов для промежуточной аттестации:** 1 Схемы и принцип действия установок прямой компенсации.

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
	оборудовании, рассчитывает параметры режима короткого замыкания на оборудовании РУ и ЛЭП, рассчитывает и выбирает уставки и характеристики устройств РЗА	2 Способы снижения несимметрии напряжений. 3 Схемы и принцип действия установок косвенной компенсации. 4 Работа конденсаторных установок в системах электроснабжения с ухудшенным качеством электроэнергии. 5 Применение быстродействующих синхронных компенсаторов. 6 Режимы работы систем электроснабжения с нелинейной нагрузкой. 7 Причины несинусоидальности токов и напряжений в системах электроснабжения. 8 Влияние высших гармоник на работу электрооборудования. 9 Схемные способы снижения уровня высших гармоник. 10 Причины колебаний напряжения в системе электроснабжения. **Примерные практические задания:** 1. Рассчитать коэффициент искажения напряжения по формуле Иванова В.С. в точках А, В, С при заданных на схеме параметрах. Рассчитать отклонения и колебания напряжения.  2. Рассчитать коэффициент искажения напряжения по формуле Иванова В.С. в точках А, В, С при заданных на схеме параметрах. Рассчитать отклонения и колебания напряжения.

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		 **Перечень расчетно-графических работ:** **РГР №3 «Расчет напряженности электрического поля от воздушных линий»**

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса и одно практическое задание.

Показатели и критерии оценивания экзамена:

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности;

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации;

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации;

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач;

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.