



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИЭАС  
С.И. Лукьянов

26.02.2020 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  
2019 год

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

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Электроснабжения промышленных предприятий 17.02.2020, протокол № 7

Зав. кафедрой Г.П. Корнилов Г.П. Корнилов

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС 26.02.2020 г. протокол № 5

Председатель С.И. Лукьянов С.И. Лукьянов

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



Рецензент:  
начальник

Н.А. Николаев ЦЭСИП ПАО "ММК" , канд. техн. наук

**Лист актуализации рабочей программы**

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2020 - 2021 учебном году на заседании кафедры Электроснабжения промышленных предприятий

Протокол от 02.09.2020 г. № 1

Зав. кафедрой Г.П. Корнилов Г.П. Корнилов

---

## 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-5.3	Составляет схемы замещения на обслуживаемом оборудовании, рассчитывает параметры режима короткого замыкания на оборудовании РУ и ЛЭП, рассчитывает и выбирает уставки и характеристики устройств РЗА
ПК-5.2	Проводит профилактические испытания и осуществляет анализ функционирования устройств релейной защиты и автоматики
ПК-5.1	Организовывает проведение аварийно-восстановительных и ремонтных работ на оборудовании подстанций

#### 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.			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	5	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 ИТ.

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:**

Корнилов, Г. П. Анализ показателей качества электроэнергии в системах электроснабжения крупных металлургических предприятий : учебное пособие / Г. П. Корнилов, А. А. Николаев, А. В. Малофеев. - Магнитогорск : МГТУ, 2012. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=1050.pdf&show=dcatalogues/1/1119364/1050.pdf&view=true> (дата обращения: 25.09.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

### **б) Дополнительная литература:**

1. Карташев И.И., Управление качеством электроэнергии : учебное пособие / Карташев И.И. - 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: 29.09.2020). - Режим доступа : по подписке.

2. Дубина, И. А. Электроэнергетические системы и сети : учебное пособие / И. А. Дубина, А. В. Варганова ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2017. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3178.pdf&show=dcatalogues/1/1136593/3178.pdf&view=true> (дата обращения: 25.09.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

3. Журнал «Вестник ЮУрГУ. Серия «Энергетика»  
<https://vestnik.susu.ru/power/issue/archive>

4. Журнал «Электротехнические системы и комплексы»

<http://esik.magtu.ru/ru/>

5. Журнал "Вестник Ивановского государственного энергетического университета" <http://vestnik.ispu.ru/taxonomy/term/102#>

**в) Методические указания:**

1. Корнилов, Г.П. Моделирование электротехнических комплексов промышленных предприятий [Текст] / Г.П. Корнилов, А.А. Николаев, А.В., Т.Р. Храмшин. - Магнитогорск, 2014. – 239 с.

2. Корнилов, Г. П. Анализ показателей качества электроэнергии в системах электроснабжения крупных металлургических предприятий : учебное пособие / Г. П. Корнилов, А. А. Николаев, А. В. Малофеев. - Магнитогорск : МГТУ, 2012. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=1050.pdf&show=dcatalogues/1/1119364/1050.pdf&view=true> (дата обращения: 25.09.2020). - 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	бессрочно
7Zip	свободно	бессрочно

**Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Название курса	Ссылка
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	<a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: <a href="http://www1.fips.ru/">http://www1.fips.ru/</a>

**9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:



1. Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа - мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.
2. Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации - доска, мультимедийный проектор, экран.
3. Помещения для самостоятельной работы обучающихся - персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.
4. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования - 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»**

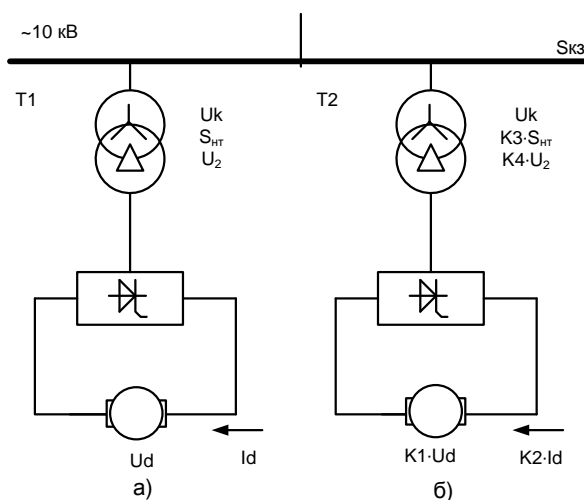


Рис 1. - Схемы присоединения однофазных ТП к сети 10 кВ

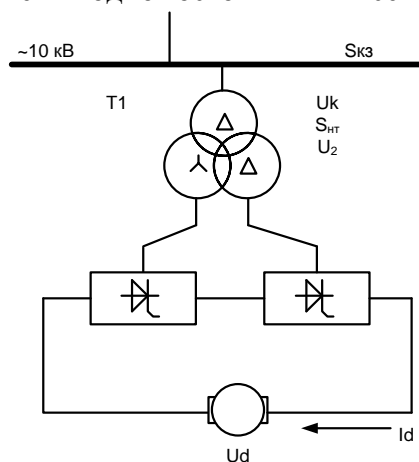


Рис. 2. - Двухфазная схема с двумя последовательно включенными преобразователями

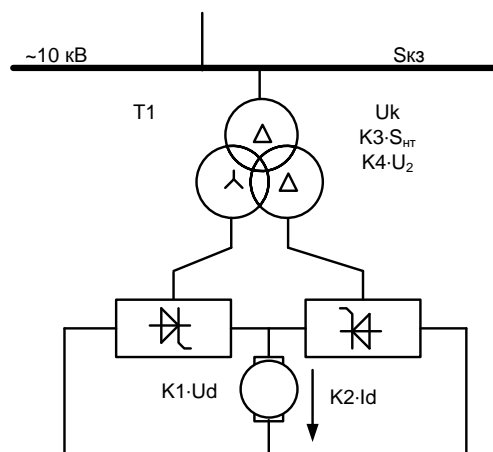


Рис. 3. - Двухмостовая схема с двумя параллельно включенными преобразователями

Таблица 1. – Исходные данные для расчета  $K_U$

Вариант	Схема ТП	Выпрямленные ток и напряжение		Параметры преобразовательного трансформатора			Мощность $K_3$ $S_{K3}$ , МВА	Примечание: $K_1, K_2, K_3, K_4$
		$U_{d2}$ , В	$I_{d2}$ , А	$u_{k2}$ , %	$S_{нт2}$ , МВА	$U_{22}$ , В		
1	Рис. 1, а	400	1000	10	1	900	50	
2	Рис. 1, б	400	1000	10	1	900	50	$K_1=2; K_2=0,5; K_3=1$
3	Рис. 1, а	300	3000	12	2	700	100	
4	Рис. 1, б	300	3000	12	2	700	100	$K_1=2; K_2=2; K_3=2$
5	Рис. 1, а	700	2000	11	3	800	75	
6	Рис. 1, б	700	2000	11	3	800	75	$K_1=0,5; K_2=0,5; K_3=0,5$
7	Рис. 1, а	500	2000	12	2	600	50	
8	Рис. 1, б	500	2000	12	2	600	50	$K_1=0,5; K_2=2; K_3=1$
9	Рис. 1, а	700	1400	10	2	750	50	
10	Рис. 1, б	700	1400	10	2	750	50	$K_1=0,75; K_2=1,5; K_3=2$
11	Рис. 2	850	7000	12	10	400	300	
12	Рис. 3	850	7000	12	10	400	300	$K_1=0,5; K_2=2; K_3=1; K_4=2$
13	Рис. 2	700	4000	10	4	400	150	
14	Рис. 3	700	4000	10	4	400	150	$K_1=1; K_2=1; K_3=1; K_4=2$
15	Рис. 2	600	5000	8	5	400	100	
16	Рис. 3	600	5000	8	5	400	100	$K_1=1,5; K_2=1; K_3=1; K_4=2$
17	Рис. 2	930	7000	10	12	450	300	
18	Рис. 3	930	7000	10	12	450	300	$K_1=1; K_2=0,6; K_3=0,6; K_4=2$
19	Рис. 2	825	5000	11	7	400	400	
20	Рис. 3	825	5000	11	7	400	400	$K_1=0,8; K_2=1; K_3=1; K_4=2$
21	Рис. 2	770	5000	10	10	400	200	
22	Рис. 3	770	5000	10	10	400	200	$K_1=0,6; K_2=1; K_3=1; K_4=2$
23	Рис. 1, а + Рис. 1, б	400	1000	10	1	900	50	$K_1=2; K_2=0,5; K_3=1$
24	Рис. 2 + Рис. 3	850	7000	12	10	400	300	$K_1=0,5; K_2=2; K_3=1; K_4=2$
25	Рис. 2 + Рис. 3	930	7000	10	12	450	300	$K_1=1; K_2=0,6; K_3=0,6; K_4=2$

**РГР №2 «Расчет искажений напряжения при работе ДСП»**

**Вариант № 1**

В соответствии с заданным вариантом 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	$S_{НПТ1},$ МВА	$u_{к1},$ %	$S_{НПТ2},$ МВА	$u_{к2},$ %
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

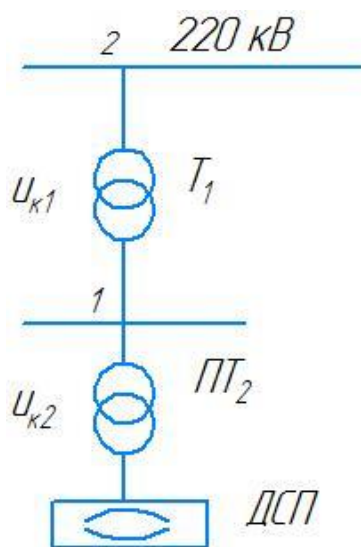


Рисунок 4 – Схема сети

***РГР №3 «Расчет напряженности электрического поля от воздушных линий»***  
***Вариант № 1***

Линия электропередач имеет следующие параметры:

- $U = 110$  кВ – напряжении линии;
- $H = 26$  м - высота крепления подвеса провода на опоре;
- $h_2 = 4$  м – высота между проводами;
- $L_1 = 2,5$  м – расстояние между осью опоры и проводом.
- $S = 240$  мм<sup>2</sup> – сечение проводов

В качестве точки расчета принимается т.Р с координатами  $x$ ,  $h_1$  ( $x$  -это расстояние на котором находится объект от ЛЭП,  $h_1$  – высота, на которой находится исследуемый объект).

На рисунке 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.

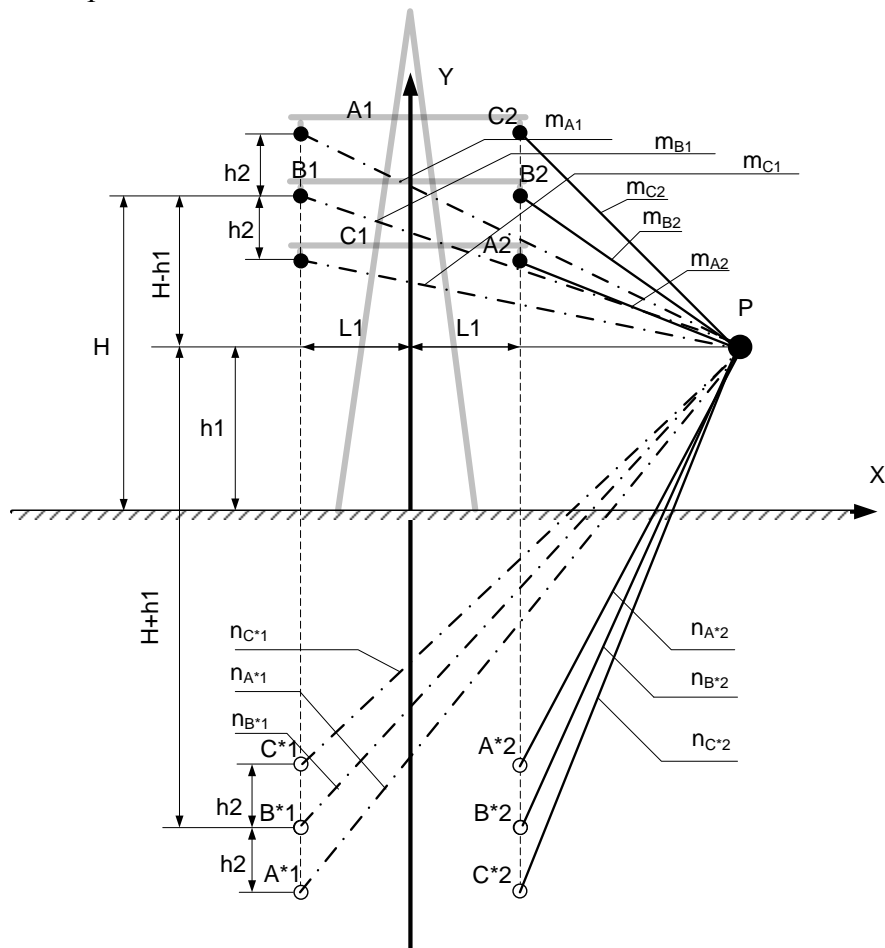
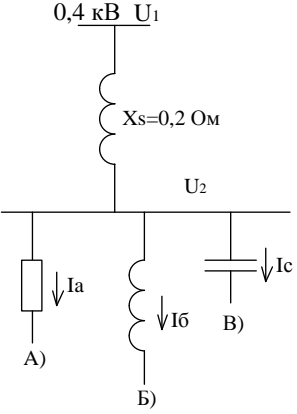
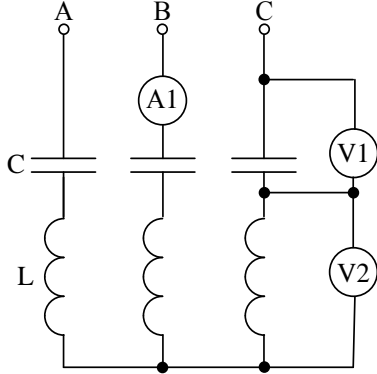


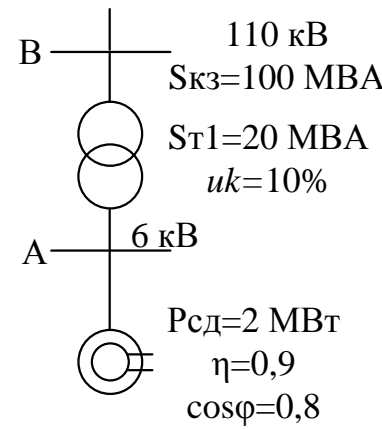
Рисунок 5 - Схема для расчета воздействия электрических полей ЛЭП на окружающую среду.

**ПРИЛОЖЕНИЕ 2**  
(обязательное)

**а) Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

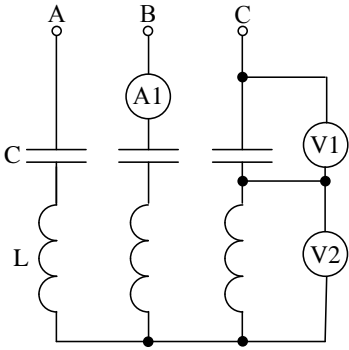
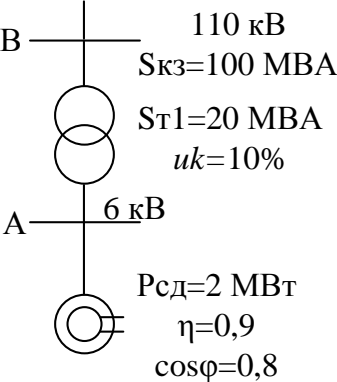
<i>Код индикатора</i>	<i>Индикатор достижения компетенции</i>	<i>Оценочные средства</i>
<b>ПК-5 – Способен оценивать нормальные, утяжеленные и послеаварийные режимы и ликвидировать аварийные режимы работы объектов профессиональной деятельности</b>		
ПК-5.1	Организовывает проведение аварийно-восстановительных и ремонтных работ на оборудовании подстанций	<p><b>Перечень вопросов для промежуточной аттестации</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Влияние колебаний напряжения на работу электрооборудования.</li> <li>2 Показатели качества электроэнергии и их нормирование.</li> <li>3 Причины отклонения частоты в системе электроснабжения.</li> <li>4 Схемные способы снижения колебаний напряжения.</li> <li>5 Влияние отклонений частоты на работу электрооборудования.</li> <li>6 Колебания частоты в системах электроснабжения.</li> <li>7 Способы снижения отклонений частоты.</li> <li>8 Режимы работы систем электроснабжения с дуговыми сталеплавильными печами.</li> <li>9 Причины отклонений напряжения в системе электроснабжения.</li> <li>10 Режимы работы систем электроснабжения с прокатными станами.</li> </ol> <p><b>Примерные практические задания:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Найти отношение между <math>\frac{ U_1 }{U_2}</math> при различных нагрузках <math>I_a=I_b=I_c=50</math> А. Построить векторную диаграмму.</li> </ol>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<div style="text-align: center;">  </div> <p>2. Рассчитать показания приборов в схеме фильтров второй гармоники при его подключении к трехфазной сети напряжением <math>U_{л}=6</math> кВ; ёмкость одного конденсатора <math>C=66,3</math> мкФ. Рассчитать реактивную мощность фильтра, выделяемую в сеть на основной частоте.</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>3. Рассчитать остаточное напряжение в точках А и В при асинхронном пуске СД.</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p style="text-align: center;">Оценочные средства</p>  <p style="text-align: center;"><b>Перечень расчетно-графических работ:</b></p> <p style="text-align: center;"><i>РГР №1 «Расчет несинусоидальности и выбор фильтров высших гармоник в СЭС с тиристорным преобразователем»</i></p>
ПК-5.2	Проводит профилактические испытания и осуществляет анализ функционирования устройств релейной защиты и автоматики	<p style="text-align: center;"><b>Перечень вопросов для промежуточной аттестации</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Влияние отклонений напряжения на работу электрооборудования.</li> <li>2 Экономический ущерб от пониженного качества электроэнергии.</li> <li>3 Способы снижения отклонений напряжения.</li> <li>4 Определение эквивалентных колебаний напряжения при работе прокатного стана с тиристорным приводом постоянного тока.</li> <li>5 Режимы работы систем электроснабжения с несимметричной нагрузкой.</li> <li>6 Узкополосные фильтры.</li> <li>7 Оценка эффективности фильтрации.</li> <li>8 Причины несимметрии напряжений в системе электроснабжения.</li> <li>9 Широкополосные фильтры.</li> <li>10 Влияние несимметрии напряжений на работу электрооборудования.</li> </ol>



Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>1. Найти отношение между <math>\frac{ U_1 }{U_2}</math> при различных нагрузках <math>I_a=I_b=I_c=50</math> А. Построить векторную диаграмму.</p>  <p>2. Рассчитать показания приборов в схеме фильтров второй гармоники при его подключении к трехфазной сети напряжением <math>U_{л}=6</math> кВ; ёмкость одного конденсатора <math>C=66,3</math> мкФ. Рассчитать реактивную мощность фильтра, выделяемую в сеть на основной частоте.</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<div style="text-align: center;">  </div> <p data-bbox="734 810 1787 842">3. Рассчитать остаточное напряжение в точках А и В при асинхронном пуске СД.</p> <div style="text-align: center;">  </div>

<i>Код индикатора</i>	<i>Индикатор достижения компетенции</i>	<i>Оценочные средства</i>
		<p><b>Перечень расчетно-графических работ:</b></p> <p><b>РГР №2 «Расчет искажений напряжения при выборе ДСП»</b></p>
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	<p><b>Перечень вопросов для промежуточной аттестации</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Схемы и принцип действия установок прямой компенсации.</li> <li>2 Способы снижения несимметрии напряжений.</li> <li>3 Схемы и принцип действия установок косвенной компенсации.</li> <li>4 Работа конденсаторных установок в системах электроснабжения с ухудшенным качеством электроэнергии.</li> <li>5 Применение быстродействующих синхронных компенсаторов.</li> <li>6 Режимы работы систем электроснабжения с нелинейной нагрузкой.</li> <li>7 Причины несинусоидальности токов и напряжений в системах электроснабжения.</li> <li>8 Влияние высших гармоник на работу электрооборудования.</li> <li>9 Схемные способы снижения уровня высших гармоник.</li> <li>10 Причины колебаний напряжения в системе электроснабжения.</li> </ol> <p><b>Примерные практические задания:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>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.</li> </ol>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<div style="text-align: center;"> </div> <p>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.</p> <div style="text-align: center;"> </div>

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

**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.