



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДВФУ)

---

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП

  
(подпись) Н.В. Силин  
(Ф.И.О. рук. ОП)  
« 29 » января 2020 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Заведующий кафедрой  
ЭиЭТ  
(название кафедры)

  
(подпись) Н.В. Силин  
(Ф.И.О. зав. каф.)  
« 29 » января 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Управление качеством электроэнергии

Направление подготовки –13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Оптимизация развивающихся систем электроснабжения

**Форма подготовки (очная)**

курс  2  семестр  3   
лекции  18  час.  
практические занятия  36  час.  
лабораторные работы  0  час.  
в том числе с использованием МАО лек.  8  /пр.  10  /лаб.   час.  
всего часов аудиторной нагрузки  54  час.  
самостоятельная работа  45  час.  
контрольные работы - 3  
экзамен  3  семестр  
в том числе для подготовки к экзамену - 45

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника» утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 22 марта 2018 г. №50476

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры Электроэнергетики и электротехники, протокол № 5 от «29» января 2020 г.

Заведующая (ий) кафедрой д.т.н., доцент Н.В. Силин  
Составитель (ли): доцент, Д.Г. Туркин

**Оборотная сторона титульного листа РПУД**

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

## АННОТАЦИЯ

Учебно-методический комплекс дисциплины «Управление качеством электроэнергии» разработан для магистров 2 курса по направлению 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника» для программы «Оптимизация развивающихся систем электроснабжения».

Дисциплина «Управление качеством электроэнергии» относится к дисциплинам по выбору вариативной части базового цикла (Б1.В.ДВ.01.02).

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 часов). Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (18 час.), практические занятия (36 час.), самостоятельная работа студентов (90 час., в том числе 45 час. на экзамен). Дисциплина реализуется в 3 семестре. Форма контроля – экзамен.

Дисциплина базируется на знаниях, полученных студентами при изучении дисциплин бакалавриата: «Теоретические основы электротехники», «Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических системах», «Электроэнергетические системы и сети», «Электрические станции и подстанции», «Физические основы электроники».

**Целью** изучения дисциплины «Управление качеством электроэнергии» является формирование современного мировоззрения в области управления качеством электроэнергии в распределительных электрических сетях.

### **Задачи дисциплины:**

- 1) Ознакомить с действующими отечественными и зарубежными нормами стандартов на качество электрической энергии.
- 2) Дать представление о том, что влияет на возникновение режимов работы распределительной электрической сети, отличных от номинальных, что именно влияет на изменение показателей качества электроэнергии.
- 3) Дать представление о том, каким образом изменение показателей качества электрической энергии влияет на работу других электроприемников.

4) Дать представление о том, какие способы и технические средства применяются для нормализации показателей качества электроэнергии, а также способах управления этими средствами.

Для успешного изучения дисциплины «Управление качеством электроэнергии» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции полученных при освоении программы бакалавриата:

- способность использовать современные методы и технологии (в том числе информационные) в профессиональной деятельности (ПК-1);

- способностью применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач (ОПК-2);

- способностью использовать методы анализа и моделирования электрических цепей (ОПК-2);

- способностью осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий (ПК-1);

- способностью обрабатывать результаты экспериментов (ПК-1), готовностью определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности (ПК-6);

- способностью рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности (ПК-1);

- способностью обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике (ПК-6);

- способностью использовать технические средства для измерения и контроля основных параметров технологического процесса (ОПК-2);

- способностью составлять и оформлять типовую техническую документацию (ПК-1).

В результате изучения данной дисциплины у студентов формируются следующие общекультурные, общепрофессиональные и профессиональные компетенции (элементы компетенций).

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ПК-7 - способностью к внедрению инновационных технологий отечественной и зарубежной разработки	Знает	отечественные и зарубежные научные и технологические достижения в области профессиональной деятельности, тенденции развития технологий в области профессиональной деятельности
	Умеет	анализировать отечественные и зарубежные технологические достижения; предлагать инновационные решения в области профессиональной деятельности
	Владеет	владеет навыками внедрения инновационных технологий в области профессиональной деятельности
ПК-8 - способностью проводить поиск и анализ информации по патентным источникам	Знает	структуру международной патентной классификации (МПК) изобретений, полезных моделей, промышленных образцов; порядок составления и подачи в Патентное ведомство заявки на предполагаемое изобретение, полезную модель; порядок регистрации программ для ЭВМ и баз данных
	Умеет	определить классификационную рубрику по МПК для предполагаемых изобретений, полезных моделей, промышленных образцов; определить глубину и объем патентных исследований в зависимости от поставленной задачи; составить описание предполагаемого изобретения; проводить поиск, систематизацию и анализ информации по патентным фондам и научно-техническим источникам
	Владеет	навыками проведения патентных исследований при патентовании предполагаемых изобретений на территории РФ; составления описания предполагаемого изобретения

Особенностью практических занятий по дисциплине “Управление качеством электроэнергии” является их проведение в виде интерактивного научного семинара. При этом используются следующие формы научных семинаров: семинар “Мозговой штурм”, семинар “Круглый стол”, семинар “Деловая игра”, семинар “Ролевая игра”, семинар - дискуссия, семинар - исследование.

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Управление качеством электроэнергии» применяются следующие методы активного/ интерактивного обучения: **«малых полемических групп», «обсуждение письменных рефератов».**

## **I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА (18 час.)**

### **Тема 1. Требования к качеству электроэнергии (2 часа).**

Правовая основа взаимоотношений энергоснабжающей организации и потребителей. ГОСТ 13109. Правила присоединения потребителя к сетям общего назначения по условиям качества электроэнергии. Методические указания по контролю и анализу качества электроэнергии в электрических сетях общего назначения. Правила учета электрической энергии. Порядок сертификации электроэнергии по ее качеству.

### **Тема 2. Показатели качества электроэнергии (4 часа), с использованием метода активного обучения «малых полемических групп» (2 часа).**

Отклонения напряжения в трехфазной и однофазной сети, форма, размахи и частота повторений колебаний напряжения, фликер как интегральная характеристика колебаний напряжения, коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения и коэффициент гармонических искажений напряжения, коэффициент несимметрии напряжения по обратной и нулевой последовательности.

Отклонение, колебания, несинусоидальность, несимметрия напряжения и отклонения частоты как процессы, характеризующие режим работы электрической системы. Показатели качества электрической энергии (ПКЭ) как характеристики этих процессов.

**Тема 3. Влияние качества электроэнергии на работу электроприемников (2 часа), с использованием метода активного обучения «малых полемических групп» (2 часа).**

Электротехнический и технологический ущерб, вызванный ухудшением качества электроэнергии на зажимах электроприемников. Статические характеристики генераторов, электромеханические характеристики асинхронных двигателей, потери в конденсаторах и кабелях, сокращение срока службы изоляции, характеристики ламп накаливания. Восприимчивость электронного оборудования и компьютеров.

**Тема 4. Средства измерения показателей качества электроэнергии (2 часа).**

Типовая структура современных средств измерения (СИ). Основные технические требования к приборам. Требования к нормируемым метрологическим характеристикам. Требования к электропитанию. Требования к входным цепям. Требования электромагнитной совместимости. Исполнение приборов. Требования безопасности. Методы контроля метрологических характеристик. Испытания приборов. Сертификат на тип.

**Тема 5. Способы и технические средства обеспечения качества электроэнергии (4 часа), с использованием метода активного обучения «малых полемических групп» (2 часа).**

Организационные и технические мероприятия. Анализ причин ухудшения КЭ. Измерения ПКЭ. Выбор мероприятий в условиях проектирования и эксплуатации. Технические условия на присоединение потребителя к ЭС общего назначения. Выбор средств обеспечения КЭ. Регулирование напряжения. Компенсация реактивной мощности. Фильтро-компенсирующие и симметрирующие установки. Схемные способы обеспечения КЭ.

**Тема 6. Контроль и анализа качества электроэнергии (4 часа), с использованием метода активного обучения «малых полемических групп» (2 часа).**

Контроль в точках общего присоединения потребителя (ТОП). Эпизодический и постоянный контроль. Выбор типа средств измерения (СИ). Программное обеспечение СИ. Схемы присоединения СИ. Измерение напряжений, тока и мощности. Измерение ПКЭ в АСКУЕ. Учет погрешности СИ и измерительных трансформаторов напряжения и тока. Выбор интервала измерения и длительности измерения. Обработка результатов измерения. Оценка допустимости измеренных ПКЭ по относительному времени превышения нормальных и предельных значений ПКЭ.

## **II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА (36 час.)**

**Занятие 1. П.3. Измерения электрических величин (ПУЭ –гл 1.6) – 6 часов**

**Цель:** Отработать практические навыки по применению методов измерения электрических величин с оценкой их погрешности

### **Перечень обрабатываемых вопросов:**

**1. Измерение постоянного тока в цепях:** генераторы постоянного тока и силовых преобразователей; аккумуляторных батарей, зарядных устройств; возбуждение СГ, компенсаторов.

**2. Измерение переменного трехфазного тока в цепях:** для СГ; линии электропередач с по фазным управлением, линий с продольной компенсацией; дуговых электропечей.

**3. Измерение напряжения:** на секциях сборных шин постоянного переменного тока; в цепях ГПТи СГ; в цепях возбуждения СМ; в цепях силовых преобразователей; в цепях дугогасящих реакторов.

**4. Контроль изоляции:** в сетях переменного тока выше 1кВ с изолированной или заземленной через дугогасящий реактор нейтралью.

**5. Измерение мощности:** генераторов – активной и реактивной мощности

**6.Измерение частоты:** на каждой секции силового щита.

#### **Отчетные материалы**

- рабочие тетради магистрантов, оформленные в соответствии с разработанной формой;

- презентации выступлений на занятие;

- материалы текущего контроля.

#### **Вопросы и задания для самопроверки**

1.Принцип действия аналоговых приборов

2.Принцип действия цифровых приборов

3.Правила учета электрической энергии.

4.Порядок сертификации электроэнергетики по ее качеству.

5.Правила присоединения потребителя к сетям общего назначения по условиям качества электроэнергии.

### **Занятие 2. П.3. Системы учета, контроля и управления потреблением электрической энергии. Коммерческий и технический (внутри заводской) учет электроэнергии - 4 часа**

**Цель:** изучить системы учета, контроля и управления потреблением Электрической энергии

#### **Перечень обрабатываемых вопросов**

1.Общие требования предъявляемые к измерительным системам;

2.Беспроводные сети передачи данных

3.Сети стандарта GSM/GPRS;

4.Определение расхода электроэнергии, мощности нагрузки, коэффициента мощности по показаниям счетчиков

5.Технический учет.Требования к расчетным счетчикам.

6.Классы точности счетчиков технического учета активной мощности.

7. Решение задач совместно со студентами

#### **Отчетные материалы**

- рабочие тетради магистрантов, оформленные в соответствии с разработанной формой;

- презентации выступлений на занятие;
- материалы текущего контроля.

### ***Вопросы и задания для самопроверки***

1. Чем отличается коммерческий и технический учет электроэнергии?
2. Дайте определение фликера?
3. Перечислите классы точности аналоговых приборов?
4. Дайте определение стандарта GSM/GPRS?

## **Занятие 3. Разработка «активного» электротехнического сетевого оборудования для локальной электрической сети (ЛЭС) – 6 часов.**

### **Семинар с использованием интерактивного метода обучения – «малых полемических групп» (4 часа).**

**Цель:** Изучить достоинства и недостатки локальных электрических сетей для обеспечения требуемых ПКЭ

### **Вопросы к семинарскому занятию**

1. Состав оборудования источника ВИЭ;
2. Состав оборудования накопителей электрической энергии ;
3. Блок преобразования и управления режимами работы источника электроэнергии и накопителя энергии;
4. Система интеллектуального управления и контроля параметров электрической сети.
5. Решение задач совместно со студентами

### **Отчетные материалы**

- рабочие тетради магистрантов, оформленные в соответствии с разработанной формой;
- презентации выступлений на занятие;
- материалы текущего контроля.

### ***Вопросы и задания для самопроверки***

1. Перечислите из каких функционально необходимых устройств должна состоять ЛЭС

2. Назовите какими необходимыми свойствами должен обладать накопитель электрической энергии

3. Укажите какие положительные свойства придает ЛЭС при включении в электрическую сеть?

#### **Занятие 4. Выбор параметров технических средств по снижению не симметрии в электрических сетях – 6 часов**

**Семинар с использованием интерактивного метода обучения – «малых полемических групп» (4 часа).**

**Цель:** научиться выбирать технические средства, обеспечивающие оптимальные снижения не симметрии в сети

##### **Вопросы к семинарскому занятию**

1. Причины искажения питающих напряжений
2. Влияние на не симметрию напряжения при наличии аномальных режимах работы электроприемников (АД, электросварочные установки, электротермические установки)
3. Решение типовых задач совместно со студентами

##### **Отчетные материалы**

- рабочие тетради магистрантов, оформленные в соответствии с разработанной формой;
- презентации выступлений на занятие;
- материалы текущего контроля.

##### **Вопросы и задания для самопроверки**

1. Как рассчитываются потери мощности на нагревание проводов?
2. Перечислить потребители имеющие нелинейную статическую характеристику?
3. Способ определения коэффициента искажения синусоидальности кривой напряжения
4. Способ измерения коэффициента амплитудной модуляции

## **Занятие 5. П.3. Выбор параметров технических средств по снижению не синусоидальности в электрических сетях– 4 часа.**

**Цель:** Научиться выбирать технические средства и их параметры для снижения не синусоидальности напряжения в сети и исключения резонансных режимов

### **Перечень отрабатываемых вопросов**

- 1.Типовой расчет выбора силового резонансного фильтра
- 2.Схема замещения для расчета несинусоидальных режимов
- 3.Условия возникновения резонанса в сети
- 4.Порядок расчета несинусоидальных режимов
- 5.Фильтросимметрирующие и фильтрокомпенсирующие устройства.
6. Решение типовых задач совместно со студентами

### **Отчетные материалы**

- рабочие тетради магистрантов, оформленные в соответствии с разработанной формой;
- презентации выступлений на занятие;
- материалы текущего контроля.

### ***Вопросы и задания для самопроверки***

- 1.Перечислить схемные решения для снижения не синусоидальности кривой напряжения.
- 2.Какие технические средства используются для компенсации высших гармоник?
- 3.Схемы подключения СРФ к сети
- 4.Порядок выбора ненастроенных фильтров
- 5.Что из себя представляют гибридные фильтры

## **Занятие 6. Разработка структуры контроля и управления качеством электрической энергии систем электроснабжения предприятий – 6 часа.**

**Семинар с использованием интерактивного метода обучения – «малых полемических групп» (2 часа).**

**Цель:** научиться обеспечивать требуемые ГОСТ 1310-97 ПКЭ

## **Вопросы к семинарскому занятию**

1. Структура функционально связанных электротехнических устройств.
2. Анализ эффективности использования, распределения и снижения потерь электрической энергии
3. Способы повышения качества электрической энергии в электрических сетях

## **Отчетные материалы**

- рабочие тетради магистрантов, оформленные в соответствии с разработанной формой;
- презентации выступлений на занятие;
- материалы текущего контроля.

## ***Вопросы и задания для самопроверки***

1. В чем заключается анализ режима напряжения в сети?
2. Технические средства, применяемые для регулирования напряжения
3. Как обеспечить закон регулирования напряжения в сети?
4. Как обеспечить требуемые параметры не синусоидальности и не симметрии по ГОСТ 13109-97

## **Занятие 7. П.3. Расчет отклонений и колебаний напряжений в распределительных сетях предприятий и энергосистем - 4 часа**

**Цель:** получить навыки и умения при расчете установившегося отклонения напряжения, размахов измерения напряжения

## **Перечень отрабатываемых вопросов**

1. Технические средства регулирования напряжения и их характеристики
2. Анализ режима напряжений в распределительных сетях
3. Условия обеспечения требуемого режима напряжения
4. Компенсирующие устройства (СД с АРВ; СК; управляемые БК)

## **Отчетные материалы**

- рабочие тетради магистрантов, оформленные в соответствии с разработанной формой;
- презентации выступлений на занятие;

- материалы текущего контроля.

### ***Вопросы и задания для самопроверки***

1. Какова цель расчета отклонений напряжения?

2. Что такое эквивалентный размах изменения напряжения и как его определить

3. Как рассчитать предельно допустимые отклонения напряжения на шинах центра питания?

4. Как определить  $\delta U_{на}$  зажимах электроприемника

5. Как оценить колебания напряжения при работе сварки?

## **III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Управление качеством электроэнергии» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- характеристика заданий для самостоятельной работы студентов и методические рекомендации по их выполнению;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

#### IV КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые модули/ разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства - наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Измерение, контроль и учет потребления электрической энергии	ПК-7 ПК-8	<p><b>Знает</b> – отечественные и зарубежные научные и технологические достижения в области профессиональной деятельности, тенденции развития технологий в области профессиональной деятельности структуру международной патентной классификации (МПК) изобретений, полезных моделей, промышленных образцов; порядок составления и подачи в Патентное ведомство заявки на предполагаемое изобретение, полезную модель; порядок регистрации программ для ЭВМ и баз данных</p> <p><b>Умеет</b> – анализировать отечественные и зарубежные технологические достижения; предлагать инновационные решения в области профессиональной деятельности определить классификационную рубрику по МПК для предполагаемых изобретений, полезных моделей, промышленных образцов; определить глубину и объем патентных исследований в зависимости от поставленной задачи; составить описание предполагаемого изобретения; проводить поиск, систематизацию и анализ информации по патентным фондам и научно-техническим источникам</p> <p><b>Владет</b> – навыками внедрения инновационных технологий в области профессиональной деятельности навыками проведения патентных исследований при патентовании предполагаемых изобретений на территории РФ; составления описания предполагаемого изобретения</p>	2 неделя (УО-1) Контрольная работа №1	Контрольные вопросы к экзамену 1 - 5

2	Оценка влияния качества электрической энергии на режим работы электроприемников и влияние режима работы электроприемников на качество электрической энергии	ПК-7 ПК-8	<p><b>Знает</b> – отечественные и зарубежные научные и технологические достижения в области профессиональной деятельности, тенденции развития технологий в области профессиональной деятельности структуру международной патентной классификации (МПК) изобретений, полезных моделей, промышленных образцов; порядок составления и подачи в Патентное ведомство заявки на предполагаемое изобретение, полезную модель; порядок регистрации программ для ЭВМ и баз данных</p> <p><b>Умеет</b> – анализировать отечественные и зарубежные технологические достижения; предлагать инновационные решения в области профессиональной деятельности определить классификационную рубрику по МПК для предполагаемых изобретений, полезных моделей, промышленных образцов; определить глубину и объем патентных исследований в зависимости от поставленной задачи; составить описание предполагаемого изобретения; проводить поиск, систематизацию и анализ информации по патентным фондам и научно-техническим источникам</p> <p><b>Владет</b> – навыками внедрения инновационных технологий в области профессиональной деятельности навыками проведения патентных исследований при патентовании предполагаемых изобретений на территории РФ; составления описания предполагаемого изобретения</p>	3,5,7,9, недели – блиц-опрос на лекции (УО-1), 12 неделя – контрольная раб.№2 (ПР-1); 14 неделя защита реферата (ПР-4)	Выступление с докладом на семинарском занятии. доклад с тематикой (ОУ-3) Контрольные вопросы 6- 30 ПР-7, ПР-2
3	Разработка систем управления качеством электрической энергии	ПК-7 ПК-8	<p><b>Знает</b> – отечественные и зарубежные научные и технологические достижения в области профессиональной деятельности, тенденции развития технологий в области профессиональной деятельности структуру международной патентной классификации (МПК) изобретений, полезных моделей, промышленных образцов; порядок составления и подачи в Патентное ведомство заявки на предполагаемое изобретение, полезную модель; порядок</p>	10,11,12 недели (УО-1) защита реферата (ПР-4) тест ПР-1	контрольные вопросы 31-40 ПР-7, ПР-2

			<p>регистрации программ для ЭВМ и баз данных</p> <p><b>Умеет</b> – анализировать отечественные и зарубежные технологические достижения; предлагать инновационные решения в области профессиональной деятельности</p> <p>определить классификационную рубрику по МПК для предполагаемых изобретений, полезных моделей, промышленных образцов; определить глубину и объем патентных исследований в зависимости от поставленной задачи; составить описание предполагаемого изобретения; проводить поиск, систематизацию и анализ информации по патентным фондам и научно-техническим источникам</p> <p><b>Владет</b> – навыками внедрения инновационных технологий в области профессиональной деятельности</p> <p>навыками проведения патентных исследований при патентовании предполагаемых изобретений на территории РФ; составления описания предполагаемого изобретения</p>		
4	<p>Разработка системы мониторинга КЭ на примере системообразующей части электрической сети с учетом наблюдаемых показателей КЭ и особенностей системы по уровню электромагнитной совместимости</p>	<p>ПК-7 ПК-8</p>	<p><b>Знает</b> – отечественные и зарубежные научные и технологические достижения в области профессиональной деятельности, тенденции развития технологий в области профессиональной деятельности</p> <p>структуру международной патентной классификации (МПК) изобретений, полезных моделей, промышленных образцов; порядок составления и подачи в Патентное ведомство заявки на предполагаемое изобретение, полезную модель; порядок регистрации программ для ЭВМ и баз данных</p> <p><b>Умеет</b> – анализировать отечественные и зарубежные технологические достижения; предлагать инновационные решения в области профессиональной деятельности</p> <p>определить классификационную рубрику по МПК для предполагаемых изобретений, полезных моделей, промышленных образцов; определить глубину и объем патентных исследований в</p>	<p>13,14,15 (УО-1) Контрольная раб.№3 защита реферата (ПР-4) 16,17,18 защита реферата, тест</p>	<p>контрольные вопросы 41-50 ПР-7, ПР-2, ПР-1</p>

			<p>зависимости от поставленной задачи; составить описание предполагаемого изобретения; проводить поиск, систематизацию и анализ информации по патентным фондам и научно-техническим источникам</p> <p><b>Владеет</b> – навыками внедрения инновационных технологий в области профессиональной деятельности</p> <p>навыками проведения патентных исследований при патентовании предполагаемых изобретений на территории РФ; составления описания предполагаемого изобретения</p>		
--	--	--	---	--	--

Контрольные и методические материалы, а также критерии и показатели необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы представлены в Приложении 2.

## **V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература**

1. Лейзгольд Д.Ю., Ромодин А.В., Трушников К.П. Показатели качества электрической энергии как индикаторы эффективности управления электропотреблением // Фундаментальные исследования. - 2014. - №11-7. - С.1501-1506 URL: <http://www/fundamental-research.ru/ru/article/view?id=35795>
2. Управление качеством электроэнергии : учебное пособие для вузов / И. И. Карташев, В. И. Тульский, Р. Г. Шамонов [и др.] ; под ред. Ю. В. Шарова 2-е изд., перераб. и доп. Москва : Изд. дом Московского энергетического института, 2008 – 354 с
3. Железко, Ю.С. Потери электроэнергии. Реактивная мощность. Качество электроэнергии [Электронный ресурс] : руководство / Ю.С. Железко. — Электрон. дан. — Москва : ЭНАС, 2016. — 456 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/104575>.
4. Акимов А.Г. Практикум по экономике и организации производства электрических и электронных аппаратов. Учебное пособие по курсу “Экономика и организация производства электрических и электронных аппаратов”. - М.: Из-во МЭИ. 2011
5. Герасименко А.А. Передача и распределение электрической энергии / А.А. Герасименко, В.Т. Федин - 2-е изд. - Ростов н/Д: Красноярск : издательские проекты, 2008. - 720 с.
6. Арунянц Г.Г. Автоматизированные системы управления электроснабжением / Г.Г. Арунянц – Калининград, «КГТУ», 2014 – 209 с.
7. Балаков Ю.Н. Проектирование схем электроустановок / Балаков Ю.Н., Мисриханов М.Ш., Шунтов А.В. – М.: Из-во МЭИ, 2009 - 287 с.
8. Попков О.З. Основы преобразовательной техники: - М.: Из-во МЭИ, 2010 - 200 с.
9. Савина Н.В. Качество электроэнергии в системах электроснабжения. - Благовещенск: Изд-во АмГУ. 2006. - 120 с.

10. Управление качеством электроэнергии /под ред. Ю.В.Шарова.-М.:  
Изд-во МЭИ.2006.-320 с.

### **Дополнительная литература**

1. Эксплуатация электроустановок энергоснабжающих организаций в вопросах и ответах / Авт.-сост. П. Ю.Балаков / под ред. Е. И.Пащенко. – М.: МИЭЭ, 2006 г. - 64 с.

2. Герасименко А.А. Передача и распределение электрической энергии /А.А. Герасименко, В.Т. Федин – 2-е изд. - Ростов н/Д.: Феникс ; Красноярск: Издательские проекты, 2008.-720 с.

3. Эксплуатация электроустановок энергоснабжающих организаций в вопросах и ответах / Авт.-сост. П. Ю.Балаков / под ред. Е. И.Пащенко. – М.: МИЭЭ, 2006 г. - 64 с.

4. Герасименко А.А. Электроэнергетические системы и сети/А.А.Герасименко, Л.И.Пилющенко, Т.М. Чумак .- Красноярск.: ИПЦ КГТУ .2006.- 46 с.

### **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

1. <http://npimpuls.ru/metodika-energoaudita/> . Методика проведения энергоаудита: НП СРО «Межрегиональный союз энергоаудиторов «ИМПУЛЬС».

2. <http://window.edu.ru/catalog/resources>

3. <http://zhane.ru/> Правовые аспекты энергоснабжения

4. <http://www.eprussia.ru/> Энергетика и промышленность России - информационный портал

5. <http://www.chekltd.com/> сайт, посвященный инновациям в энергетике

6. [www.edulib.ru](http://www.edulib.ru) – сайт Центральной библиотеки образовательных ресурсов.

7. <http://elibrary.ru> - Научная электронная библиотека.

8. <http://www.auditorium.ru> – сайт «Российское образование».

9. <http://www.rating.fio.ru> – сайт Федерации Интернет-образования.

10. <http://www.istrodina.com/index.php.3> - сайт электронного журнала «Родина».

11. <http://www.netlibrary.com> – Сетевая библиотека.

12. <http://www.rsl.ru> – Российская Государственная библиотека

13. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/>

14. [www.elektro.ru](http://www.elektro.ru):[www.schneider-elektrik.ru](http://www.schneider-elektrik.ru):[www.abb.com](http://www.abb.com)

### **Перечень информационных технологий и программного обеспечения**

При осуществлении образовательного процесса используется следующее программное обеспечение: MicrosoftOffice (Access, Excel, PowerPoint, Word и т. д); программное обеспечение для выполнения математических расчётов Mathcad; программное обеспечение электронного ресурса сайта ДВФУ, включая ЭБС ДВФУ.

Программы для ПЭВМ:

1. MathCad

2. Промышленные программно-вычислительных комплексы: SDO-6 RASTR

3. ПВК «VISIO»

При осуществлении образовательного процесса используются следующие информационно справочные системы: ЭБС ДВФУ, профессиональная поисковая система JSTOR, электронная библиотека диссертаций РГБ, Научная электронная библиотека eLIBRARY, электронно-библиотечная система издательства «Лань», электронная библиотека "Консультант студента", электронно-библиотечная система IPRbooks, информационная система "ЕДИНОЕ ОКНО доступа к образовательным ресурсам".

#### **Периодические издания**

1. «Электричество». 2. «Электрические станции». 3. «Энергетик». 4. «Промышленная энергетика». 5. «Электротехника». 6. «Электрика». 7.

«Энергохозяйство за рубежом». 8. «Electrical Power and Energy Systems». 9. «IEEE Transactions. Powersystems». 10. «EnergyPolicy». 11. «Вестник Московского энергетического института». 12. «Известия вузов. Электромеханика». 13. «Известия РАН. Энергетика». 14. «Новости электротехники» 15. «Энергетика. Сводный том». 16. «Электротехника. Сводный том»

## **VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

На изучение дисциплины «Управление качеством электрической энергии» отводится 54 часа аудиторных занятий и 45 часа самостоятельной работы, 45 часов на подготовку к экзамену.

Современные образовательные технологии предусматривают взаимосвязанную деятельность преподавателя и учащихся. При изучении данной дисциплины используются традиционные и интерактивные образовательные технологии:

- **лекции** (рассмотрение теоретического материала) с использованием мультимедийных технологий (презентации), диалог с аудиторией, устные блиц-опросы в начале лекции ориентированы на обобщение и определение взаимосвязи лекционного материала;

- **практические занятия** проводятся на основе совмещения коллективного и индивидуального обучения. Преподаватель контролирует работу студентов, отвечает на возникающие вопросы, подсказывает ход и методы решения. Последующая защита расчётно-графического задания развивает навыки работы в коллективе, умение доказательно обосновывать свою речь, развивает коммуникативные и творческие навыки;

- **самостоятельная работа** в виде подготовки к рубежному тестированию и выполнению индивидуальных заданий направлена на закрепление материала, изученного в ходе лекций и практических занятий. Самостоятельная работа студентов в виде сообщений на семинаре основана

на самостоятельном выборе обучающимися вопроса, который вызывает у него наибольший интерес, и позволяет расширить знания по изучаемой дисциплине.

По данной дисциплине разработаны учебные пособия, которые доступны в фондах НБ ДВФУ в соответствующем разделе:

### **Фонд оценочных средств**

Оценка уровня освоения дисциплины «Управление качеством электроэнергии» осуществляется в виде текущего и промежуточного контроля успеваемости студентов университета.

Контроль представляет собой набор заданий и проводится в форме контрольных мероприятий по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине и активность на занятиях);
- степень усвоения теоретических знаний (блиц-опросы, тестирование по разделам теоретического материала);
- результаты самостоятельной работы (защита реферата, выступление с докладом на семинаре).

Оценивание проводится преподавателем независимо от наличия или отсутствия обучающегося (по уважительной или неуважительной причине) на занятии. Оценка носит комплексный характер и учитывает достижения обучающегося по основным компонентам учебного процесса за текущий период.

В случае, если студент не набирает баллов на положительную оценку, то он может участвовать в **экзамене** по этой дисциплине.

Экзаменационный билет содержит два теоретических вопроса, вопросы подбираются из различных разделов и тем, изучаемых в семестре. Время

подготовки к ответу на экзамене составляет 30-40 минут. При ответе на вопросы билета студент должен продемонстрировать знание теоретического материала и умение применить эти знания на практике.

Изложение материала должно быть четким, кратким и аргументированным. Ответ на экзамене оценивается максимально в 20 баллов, которые суммируются с накопленными баллами в течение семестра.

Суммарные баллы переводятся в традиционные «удовлетворительно», «хорошо», «отлично».

## **VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Лекционные и практические занятия по дисциплине «Управление качеством электрической энергии» проходят в аудиториях, оборудованных компьютерами типа Lenovo C360G-i34164G500UDK с лицензионными программами MicrosoftOffice 2010 и аудио-визуальными средствами проектор Panasonic DLPProjectorPT-D2110XE, плазма LG FLATRON M4716CCBAM4716CJ. Для выполнения самостоятельной работы студенты в жилых корпусах ДВФУ обеспечены Wi-Fi.

Специализированные учебные аудитории кампуса ДВФУ.

•Учебно – исследовательская лаборатория электрических сетей и систем

•Учебно – исследовательская лаборатория электрических машин

•Учебная лаборатория автоматизированного электропривода

•Учебная лаборатория электрической части станций и подстанций

•Компьютерный класс

Учебно – лабораторное оборудование

•Анализатор качества электрической энергии Fluke 434

•Цифровой двухлучевой осциллограф GWinstekGDS710442



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДФУ)

---

---

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ  
ОБУЧАЮЩИХСЯ**

по дисциплине «Управление качеством электроэнергии»  
Направление подготовки –13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

**Оптимизация развивающихся систем электроснабжения**

**Форма подготовки (очная)**

**Владивосток  
2020**

**План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине  
“Управление качеством электроэнергии”**

№ п/п, тема работы	Дата/сроки выполнения	Вид СРС	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1. Управление частотой и активной мощностью синхронного генератора	3,4 недели	ИДЗ ,блиц - опрос	1 неделя	УО-1
2. Управление напряжением и реактивной мощностью	4 неделя	ИДЗ блиц опрос	1 неделя	3,5,7,9, недели – блиц-опрос на лекции (УО-1), Контрольная раб.№1
3. Противоаварийная система управления в электрической сети	5 неделя	ИДЗ	1 неделя	(УО-1) блиц опрос
4. Баланс активных и реактивных мощностей в локальной электрической сети	6 неделя	ИДЗ	1 неделя	(ОУ-1)
5. Использование накопителей энергии большой ёмкости для выравнивания графика нагрузки, а также для обеспечения бесперебойной работы особо важных объектов	6 неделя	ИДЗ контрольные вопросы защита реферата	3 недели	–блиц-опрос на лекции (УО-1), ПР-2, ПР-7
6. Применение интеллектуального оборудования и программных комплексов для управления топологией сети с целью обеспечения надёжности функционирования.	7 неделя	ИДЗ тест	2 недели	ПР-1 (УО-1), ПР-7
7. Повышение качества электроэнергии за счёт применения устройств <u>компенсации реактивной мощности</u>	8,9 недели	ИДЗ контрольные вопросы	2 недели	УО-1, ПР-2 Контрольная раб.№2
8. Расчет потерь электроэнергии в электросети питающий учебное здание при внедрении энергосберегающих	10 неделя	ИДЗ	1 неделя	(УО-1) защита реферата (ПР-4) тест ПР-1 ПР-7

мероприятий				
9.Оценка влияния отклонения напряжения на работу асинхронного двигателя	11,12 недели	контрольные вопросы ИДЗ	1 неделя	12 неделя – тестирование (ПР-1); ПР-2
10. Оценка влияния несинусоидальности напряжения на работу асинхронного двигателя	13,14 недели	ИДЗ	1 неделя	14 неделя защита реферата (ПР-4)
11.Развитие коммуникационной среды, способной надёжно и качественно поддерживать двунаправленный информационный обмен между поставщиками и потребителями энергоресурсов	15 неделя	контрольные вопросы ИДЗ	2 недели	(УО-1) защита реферата (ПР-4), ПР-4,ПР-7, ПР-2 Контрольная раб.№3
12.Расчет окупаемости инвестиций энергосберегающего мероприятия улучшающий показатели электрической энергии	16 неделя	тест, защита реферата ИДЗ	1 неделя	защита реферата, тест ПР-1, ПР-7
13.Выбор функциональных элементов для составления автоматизации и диспетчеризации административного здания по управлению качества электрической энергии	17 , 18 недели	тест, защита реферата ИДЗ	2 недели	защита реферата, тест ПР-1, ПР-7,ПР-4
14.Тестирование по учебному материалу		тест		ПР-1

Материалы для самостоятельной работы студентов подготовлены в виде индивидуальных заданий по каждому разделу РПУД «Управление качеством электроэнергии». ИДЗ «Управление качеством электроэнергии» представлены Приложении 1).

Для расчётов и оформления ИДЗ используются программы: World, Excel, Vizio.

**Характеристика заданий для самостоятельной работы студентов и  
методические рекомендации по их выполнению**

Варианты ИДЗ «Управление качеством электрической энергии»

**Индивидуальное задание №1**

1. В результате эксперимента получены следующие оценки числовых характеристик:  $M(U)=400$  В;  $\sigma(U)=10$  В. Закон распределения вероятностей - нормальный.

Сделать вывод о соответствии (несоответствии) требованиям ГОСТ 13109-97 отклонений напряжения от номинального  $U_n=380$  В.

2. Проверить выполнение требований ГОСТ 13109-97 на шинах 0,4 кВ при равномерном законе распределения и следующих оценках числовых характеристик:  $K_{и}=1,6\%$ ;  $\sigma(K_{и})=0,9\%$ ;  $K_{ип}=2,5\%$ ;  $\sigma(K_{ип})=2\%$ .

3. Проверить выполнение требований ГОСТ 13109-97 на шинах 10 кВ ГПП, если при нормальном законе распределения вероятностей получены следующие числовые характеристики:

$$K_{2U} = 2\% \quad \sigma(K_{2U}) = 0,1 \%$$

$$K_{0U}=0,8\% \quad \sigma(K_{0U}) = 1,6 \%$$

4. Проверить выполнение требований ГОСТ 13109-97 на шинах 10 кВ ГПП, если при равномерном законе распределения вероятностей получены следующие числовые характеристики:

$$\Delta f = 0,1 \text{ Гц} \quad \sigma(\Delta f) = 0,1 \text{ Гц}$$

5. Проверить выполнение требований ГОСТ 13109-97 при подключении к шинам ПГВ напряжением 35 кВ ДСП. При их подключении результаты экспериментальных исследований ПКЭ следующие:

$$K_U=2\%; \sigma(K_U)=1\% \quad K_{2U} = 0,5\% \quad \sigma(K_{2U}) = 1,5\%$$

Закон распределения вероятностей этих ПКЭ - нормальный.

6. Определить соответствие качества электроэнергии требованиям ГОСТ 13109-97, если при равномерном законе распределения вероятностей:

$$K_{2U}=1\%; \sigma(K_{2U})=0,7\%;$$

$$K_{0U}=0,8; \quad \sigma(K_{0U})=1,2$$

7. В результате контроля качества электроэнергии на шинах 35 кВ подстанции получены при равномерном законе распределения следующие числовые характеристики:

$$K_U = 3,5 \%, \quad \sigma(K_U) = 1\%;$$

$$K_{2U} = 1,7 \%, \quad \sigma(K_{2U}) = 0,8\%$$

9. В результате контроля качества электроэнергии в точке общего присоединения получены следующие значения показателей КЭ при нормальном законе распределения:

$$\delta U_y = 3,9\%; \quad \sigma(\delta U_y) = 1,5\%.$$

Определить соответствие качества электроэнергии требованиям ГОСТ 13109-97.

10. Проверить выполнение требований ГОСТ 13109-97 при равномерном законе распределения и следующих оценках числовых характеристик:

$$\Delta f = 0,15 \text{ Гц}, \quad \sigma(\Delta f) = 0,1 \text{ Гц}.$$

11. Определить соответствие качества электроэнергии требованиям ГОСТ 13109-97. Исходные данные:

$$U_{\text{ном}} = 10 \text{ кВ}, \quad U = 9,9 \text{ кВ}, \quad \sigma(U) = 0,1 \text{ кВ}, \quad \text{закон распределения - равномерный}.$$

12. Определить соответствие качества электроэнергии требованиям ГОСТ

13109-97 на шинах РП-6 кВ при следующих результатах экспериментального исследования:

$$K_U=2\%; D(K_U) = 4 \% U_5 =1 \% D(U_5)= 4 \% ; U_7 =1 \% ; D(U_7) = 9$$

13. Определить соответствие напряжения требованиям ГОСТ 13109-97, если в результате эксперимента получены следующие числовые характеристики при нормальном законе распределения вероятностей :

$$U = 370 \text{ В } D(U) = 100 \text{ В}$$

14. В результате эксперимента получены следующие оценки числовых характеристик:  $m(u)=10,2 \text{ кВ}$   $\sigma (U)=0,2 \text{ кВ}$

Закон распределения вероятностей - нормальный.

Сделать вывод о соответствии качества электроэнергии требованиям ГОСТ 1310997.

15. В результате эксперимента получены следующие оценки числовых характеристик:  $m(u)=9,8 \text{ кВ}$   $\sigma (U)=0,4 \text{ кВ}$

Закон распределения вероятностей - равномерный.

Оценить соответствие качества электроэнергии требованиям ГОСТ 13109-97.

#### № 1.16

16. Проверить выполнение требований ГОСТ 13109-97 на шинах 10 кВ при равномерном законе распределения и следующих оценках числовых характеристик:  $K_{U3}=2,4\%$ ;  $\sigma(K_{U3})=0,7\%$ ;

$$K_{U5}=4\%; \quad \sigma (K_{U5})=0,4\%.$$

17. Проверить выполнение требований ГОСТ 13109-97 на шинах 10 кВ при нормальном законе распределения и следующих оценках числовых характеристик:  $K_{U7}=3,1\%$ ;  $\sigma (K_{U7})=0,5\%$ ;

$$K_{U13} =2,8\%; \quad D(K_{U13})=1\%^2.$$

## Индивидуальное домашнее задание №2

Для каждого варианта определить  $I_1, I_2, I_3, P, Q$ , при  $U = 30\text{В}$

Определить характер цепи при  
отклонении частоты питающей сети  $\Delta f = 5\%, 10\%$   
Отклонение напряжения  $\Delta U = \pm 5\%$

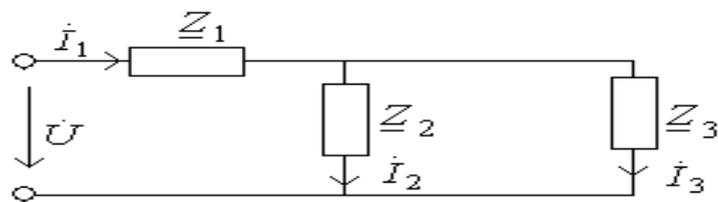


Рисунок 1. Электрическая схема для определения параметров

Таблица 1

вариант	1. Ом	2. Ом	3. Ом
1	$3-j3$	$-j6$	6
2	$2-j2$	10	$-j10$
3	$2-j2$	5	$-j5$
4	$1+j3$	2	$-j2$
5	$5+j10$	$-j5$	5
6	$5-j7$	$j2$	2
7	$4-j8$	4	$j4$
8	$3+j6$	$-j3$	3
9	$2-j6$	$j4$	4
10	$2-j2$	$-j10$	10
11	$5+j5$	$j10$	10
12	$4-j12$	$j8$	8
13	$8-j16$	$j8$	8
14	$4+j6$	$-j2$	2
15	$10+j10$	$j5$	5
16	$j8$	$4+j12$	10
17	$3-j6$	$j3$	3
18	$4-j4$	$-j4$	4
19	$10+j22$	$-j12$	12
20	$-j5$	5	$5+j5$

### Индивидуальное домашнее задание №3

В трехфазную четырехпроводную сеть с симметричной системой линейных напряжений  $\dot{U}_л$  включен несимметричный трехфазный потребитель электроэнергии, фазы которого имеют сопротивление  $\underline{Z}_a$ ,  $\underline{Z}_b$ ,  $\underline{Z}_c$  и соединены “звездой”. Составить электрическую схему питания потребителей электроэнергии с указанием токов и напряжений, действующих в системе, с учетом приведенных в табл. 2 для каждого варианта задания данных. Определить: фазные токи  $\dot{I}_a$ ,  $\dot{I}_b$ ,  $\dot{I}_c$ , ток в нейтральном проводе  $\dot{I}_N$ , а также активную и реактивную мощности трехфазного потребителя в несимметричном режиме и при обрыве фазного провода В. При составлении схемы учесть характер сопротивлений каждой фазы, указанных в таблице вариантов.

Таблица 2

Номер варианта	$\dot{U}_L, В$	$Z_a, Ом$	$Z_b, Ом$	$Z_c, Ом$
1	220	2	2	1.5+j2
2	380	8	6+j8	8
3	660	9+j12	12	12
4	220	16	16	12+j16
5	380	20	15+j20	20
6	660	18+j24	24	24
7	220	1.5	1.5	1.5+j2
8	380	3	3	3+j4
9	660	6+j8	6	6
10	220	9	9+j12	9
11	380	21	21	21+j32
12	660	24+j32	24	24
13	220	18	18+j24	18
14	380	12+j16	12	12
15	660	15	15	15+j20
16	220	24+j18	24	24
17	380	36	36+j48	36
18	660	24	24	24+j48
19	220	-3+j4	4	4
20	380	2	1.5+j2	2
21	660	32	32	24+j32
22	220	27+j36	27	27
23	380	21	21+j28	21
24	660	8	8	6+j8

### Индивидуальное домашнее задание №4

Потребитель электроэнергии, фазы которого имеют сопротивления  $Z_{ab}$ ,  $Z_{bc}$ ,  $Z_{ca}$  и соединены в трехфазную электрическую цепь “треугольником”, питается симметричной системой линейных напряжений  $\dot{U}_L$ . С учетом данных, приведенных в табл. 3. для каждого варианта задания определить фазные  $\dot{I}_\phi$  и линейные токи, активную мощность  $P_a$ ,  $P_b$ ,  $P_c$  в каждой фазе и полную мощность трехфазного потребителя электроэнергии. Составить схему потребителя и обозначить все токи и напряжения.

Таблица 3

Номер варианта	$\dot{U}_L, В$	$Z_{ab}, Ом$	$Z_{bc}, Ом$	$Z_{ca}, Ом$
1	220	5+j12	12	12
2	380	4	3+j4	4

3	660	8	6	6+j8
4	220	9+j12	9	9
5	380	16	16	12+j16
6	660	20	15+j20	20
7	220	24	18+j24	24
8	380	21+j28	20	20
9	660	24+j32	24	24
10	220	36	36	27+j36
11	380	2+j2	2	2
12	660	4	4+j4	4
13	220	5	5+j5	5
14	380	6	6	6+j6
15	660	7+j7	10	10
16	220	8+j8	8	8
17	380	10	2+j2	10
18	660	15+j20	15	15
19	220	12	12+j16	12

### Индивидуальное домашнее задание №5

Трехфазный асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором единой серии 4А имеет номинальные данные, указанные для каждого варианта задания в табл. 4. К номинальным данным относятся:

- $U_{1ном}$  - линейное напряжение питающей сети,
- $f_1=50$  Гц - частота питающего тока,
- $P_{2ном}$  - мощность на валу,
- $n_{1ном}$  - синхронная частота вращения магнитного поля,
- $s_{ном}$  - скольжение ротора,
- $\eta_{ном}$  - КПД,
- $\cos\varphi_{ном}$  - коэффициент мощности,
- $m_i=I_{пуск}/I_{ном}$  - отношение начального пускового тока к номинальному току,
- $K_{п}=M_{пуск}/M_{ном}$  - отношение начального пускового момента к номинальному моменту на валу:,
  - $m_{max}=M_{max}/M_{ном}$  - отношение максимального к номинальному моменту.

1. Определить номинальный  $M_{ном}$ , максимальный  $M_{max}$ , пусковой  $M_{пуск}$  моменты, номинальный  $I_{ном}$  и начальный пусковой  $I_{пуск}$  токи, число пар полюсов обмотки статора и мощность на зажимах двигателя  $P_{ном}$ .

2. Определить мощность КУ состоящего из статических конденсаторов, величину емкости для повышения  $\cos\varphi$  до  $\cos\varphi=0,94$

Таблица 4

Техниче- ские данные электро- двигателя	Варианты контрольного задания 1									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Тип электродвигателя									
	4AA5 6B4	4AA6 3A4	4AA6 3B4	4A7 1A4	4A7 1B4	4AA8 0A4	4AA8 0B4	4A9 0L4	4A10 0S4	4A10 0L4
$U_{ном}, В$	220	380	220	380	660	220	380	660	220	380
$P_{2ном}, кВт$	0,18	0,25	0,37	0,55	0,75	1,1	1,5	2,2	3	4
$n_{ном},$ об/мин	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500
$s_{ном}, \%$	8,9	8	9	7,3	7,5	5,4	5,8	5,1	4,4	4,6
$\cos \varphi_{ном}$	0,64	0,68	0,68	0,7	0,72	0,75	0,77	0,8	0,82	0,84
$\eta_{ном}$	0,64	0,65	0,69	0,7	0,73	0,81	0,83	0,83	0,83	0,84
$m_i$ $=I_{пуск}/I_{ном}$	3,5	4	4	4,5	5	5	6	6	6	6
$K_{п}=M_{пуск}/$ $M_{ном}$	2,1	2	2	2	2	2	2	2,1	2	2
$K_{т}=M_{max}/$ $M_{ном}$	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,4	2,4	2,4

Техниче- ские данные электро- двигателя	Варианты контрольного задания 4									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	Тип электродвигателя									
	4A11 2M4	4A13 2S4	4A13 2M4	4A16 0S4	4A16 0M4	4A18 0S4	4A18 0M4	4A20 0M4	4A2 00L 4	4A22 5M4
$U_{ном}, В$	660	220	380	660	220	380	660	220	380	660
$P_{2ном}, кВт$	5,5	7,5	11	15	18,5	22	30	37	45	55
$n_{ном},$ об/мин	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500
$s_{ном}, \%$	3,6	2,9	2,8	2,3	2,2	2,2	1,9	1,7	1,6	1,4
$\cos \varphi_{ном}$	0,85	0,86	0,87	0,88	0,88	0,9	0,9	0,91	0,93	0,92
$\eta_{ном}$	0,85	0,86	0,87	0,88	0,88	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
$m_i$ $=I_{пуск}/I_{ном}$	7	7	7,5	7	7	6,5	6,5	7	7	7
$K_{п}=M_{пуск}/$ $M_{ном}$	2	2,2	2,2	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,3
$K_{т}=M_{max}/$ $M_{ном}$	2,2	3	3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,5	2,5	2,5

Таблица 4 а

Техничес кие дан ные электро- двигателя	Варианты контрольного задания3.									
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	Тип электродвигателя									
	4A25 0S4	4A25 0M4	4A28 0S4	4AA5 6A2	4AA5 6B2	4AA6 3A2	4AA 63B 2	4A7 1A2	4A7 1B2	4A8 0A2
$U_{1ном}, В$	220	380	660	220	380	220	380	380	220	380
$P_{2ном}, кВт$	75	90	110	0,18	0,25	0,37	0,55	0,75	1,1	1,5
$n_{1ном},$ об/мин	1500	1500	1500	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
$s_{ном}, \%$	1,2	1,3	2,3	8	7,5	8,3	8,5	5,9	6,3	4,2
$\cos \varphi_{ном}$	0,93	0,93	0,92	0,66	0,68	0,7	0,73	0,77	0,77	0,81
$\eta_{ном}$	0,9	0,9	0,9	0,76	0,77	0,86	0,86	0,78	0,78	0,85
$m_i$ $=I_{пуск}/I_{ном}$	7	7	6	4	4	4,5	4,5	5,5	5,5	6,5
$K_{п}=M_{пуск}/$ $M_{ном}$	1,2	1,2	1,2	2	2	2	2	2	2	2,1
$K_{т}=M_{max}/$ $M_{ном}$	2,3	2,3	2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,6

### Индивидуальное домашнее задание №6

Определить расчетную мощность  $P_p$  и выбрать из табл.5. трехфазный асинхронный короткозамкнутый электродвигатель центробежного насоса, предназначенного для перекачки воды с производительностью  $Q$ . Определить емкость конденсатора, который необходимо включить параллельно обмоткам, чтобы повысить  $\cos \varphi$  установки до 0,95. Частота вращения при непосредственном сочленении насоса с электродвигателем  $n_{ном}$ , коэффициент полезного двигателя насоса  $\eta_{ном}$ , напор насоса  $H$  (данные в соответствии с вариантом представлены в табл. 5).

Таблица 5

№ варианта	Q	H	$n_{ном}$	$\eta_{ном}$
	м <sup>3</sup> /ч	м	об/мин	%
1	100	23	1450	70
2	100	19.8	1450	70
3	200	95	2950	70
4	200	77	2950	70
5	200	36	1450	72
6	200	23	1450	72

7	320	70	2950	78
8	300	44	2950	78
9	320	50	1450	76
10	320	37	1450	76
11	500	65	1450	76
12	500	40	1450	76
13	630	90	1450	75
14	630	76	1450	75
15	500	36	960	75
16	490	28	960	75
17	440	23	960	75
18	800	57	1450	82
19	1250	65	1450	86
20	800	28	960	86

Марки насосов и типы двигателей к заданию 5 а.

Марка насоса	Тип двигателя	Мощность двигателя Р	Напряжение U	Частота вращения $n_{ном}$	Оптимальный $\eta$ не менее %
		кВт	В	Об/мин	
Д200-95	4A280S2	110	220/380	2950	70
	АО2-92-2	100		2950	
	АО2-91-2	75		2950	
	4A225M2	55		1450	
	АО2-61-4	13		1450	
Д200-36	АО2-81-4	40	220/380	1450	72
	4A200M-4	37			
	АО2-72-4	30			
	4A180M-4	30			
	4A180S4	22			
Д320-70	АО2-92-2	100	220/380	2950	78
	4A250M-2	90			
	АО2-91-2	75			
	4A250S2	75			
	4A225M2	55			
Д320-50	4A280S4	75	220/380	1450	76
	АО2-91-4	75			
	АО2-82-4	55			
Д500-65	4A280M4	160	380/660	1450	76
	АО3-315S4-4	160			
	4H280S4	132			
Д630-90	АО3-355S-4	250	380	960	75
	A111-4M	250	380		
	A112-4M	200	6000		
	4A280M4	160	380/660		

Марка насоса	Тип двигателя	Мощность двигателя Р	Напряжение U	Частота вращения $n_{ном}$	Оптимальный $\eta$ не менее
		кВт	В	Об/мин	%
Д800-57	АО3355S-4	250	380	1450	82
	АО3-315-М4	200	380/660		
	4АН280S4	132	380/660		
	4А280S4	110	380/660		
Д1250-65	СД12-42-4	500	6000	1450	86
	АО113-4М	320	380		
	А111-4М	250	380		
	АО3-314М-4	200	380/660		
Д1250-65	А3-315S-6	110	220/380	960	86
	4А280S6	75	220/380		
	АО2-91-6	55	220/380		
Д1250-125	А12-52-4	630	6000	1450	76
	СД12-52-4	630	6000		
	А12-41-4	500	6000		
	4А11355М4	400	380/660		
Д1600-90	А12-41-4	500	6000	1450	87
	4АН355М4	400	6000		
	4АН355S4	315	380/660		
Д1600-90	АО114-6	160	6000	960	87
	А30315М-6	132	220/380		
	АО-315S6	110	220/380		

### Индивидуальное домашнее задание №7

Определить действующее  $U_2$  и амплитудное  $U_{2m}$  значения напряжения на вторичной обмотке трансформатора, его коэффициент трансформации  $K$ , постоянную составляющую выпрямленного тока  $I_0$ , мощность  $P$ , выделяемую в сопротивлении нагрузочного резистора  $R_n$ . Выбрать из табл.6 полупроводниковые вентили для двухполупериодного выпрямителя, выполненного по мостовой схеме (рис.1. в). Выпрямленное напряжение  $U_0$  на нагрузочном резисторе  $R_n$ , напряжение питающей сети  $U_1$  в соответствии с вариантом выбирается из табл. 6.

Таблица 6.

Варианты	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b><math>U_0, В</math></b>	265	254	318	380	95	63,7	159	127	254	127	382	127	64

<b><math>U_1, В</math></b>	220	380	127	220	380	127	380	220	380	500	220	380	600
$R_n, Ом$	26,5	25,4	31,8	380	9,5	3,2	8	6,4	25,4	12,7	19	6,6	3,2

Таблица 6 а

Величины	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
<b><math>U_0, В</math></b>	44	127	95	158	76	50	159	127	64	16	22	382
<b><math>U_1, В</math></b>	380	220	380	380	220	127	380	380	220	127	127	600
$R_n, Ом$	1,5	4	3,2	5,3	2,5	1,7	8	6,4	3,2	0,5	0,7	19

Технические параметры силовых диодов

Тип прибора	КД30 3М	КД20 6А	КД20 6Б	КД20 6В	2Д23 1А	2Д23 9А	2Д23 9Б	2Д24 5А	КД298 9А
<b><math>I_0, А</math></b>	10	1,0	1,0	1,0	10	20	20	10	20
$I_{max}, А$	10	10	10	10	10	20	20	10	20
<b><math>U_{max}, В</math></b>	420	400	500	600	150	100	150	400	600

Тип прибора	2Д25 1В	2Д25 2А	2Д29 9Б	КД29 89В	КД29 94А	2Д29 95В	2Д29 95Д	2Д29 95Ж	2Д299 7А
<b><math>I_0, А</math></b>	10	30	20	20	20	30	30	30	30
$I_{max}, А$	10	30	20	20	20	25	25	25	30
<b><math>U_{max}, В</math></b>	100	80	200	200	100	100	200	150	250

### Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы

Результаты самостоятельной работы студент выполняет в виде письменного отчета, содержащего пояснительную записку. Изложение в пояснительной записке должно быть сжатым, ясным и сопровождаться формулами, цифровыми данными, схемами. Цифровой материал необходимо оформлять в виде таблиц.

Материал представляется в следующей последовательности:

- титульный лист;
- задание на ИДЗ;
- материал по теме индивидуального задания;
- заключение;
- список использованных источников;
- приложения.

Материалы пояснительной записки должны быть изложены последовательно, лаконично, логически связаны. Пояснительная записка выполняется на компьютере на одной стороне листа формата А4. Таблицы и схемы могут быть выполнены на листах иного формата, но должны быть аккуратно сложены по формату А4. Объем отчета составляет не более 8- 10 страниц.

Титульный лист не нумеруется. На следующем листе ставится номер «2». Номер проставляется арабскими цифрами в нижнем правом углу страницы.

Допускается использование цветных рисунков, схем и диаграмм.

Текст оформляется в соответствии с требованиями делопроизводства, печатается через 1,5 интервала. Сверху страницы делается отступ 20 мм, слева – 25 мм, справа – 15 мм, снизу – 20 мм. Абзацные отступы должны быть равны 5 знакам.

Текст должен быть разделен на разделы и подразделы (заголовки 1-го и 2-го уровней), в случае необходимости – пункты, подпункты (заголовки 3-го и 4-го уровней). Заголовки должны быть сформулированы кратко. Все заголовки иерархически нумеруются.

Основной текст следует набирать шрифтом TimesNewRoman с обычным начертанием. Заголовки 1-го и 2-го уровней следует набирать с полужирным начертанием, заголовки 3-го и 4-го уровней – обычным. Названия рисунков и таблиц рекомендуется набирать 12 шрифтом с полужирным начертанием.

По итогам выполнения ИДЗ выводится интегральная оценка, которая будет являться основной составляющей итоговой аттестации (зачет) по дисциплине «Управление качеством электроэнергии».

### **Критерии оценки (письменный ответ)**

✓ 100-86 баллов - если ответ показывает глубокое и систематическое знание всего программного материала и структуры конкретного вопроса, а

также основного содержания и новаций лекционного курса по сравнению с учебной литературой. Студент демонстрирует отчетливое и свободное владение концептуально-понятийным аппаратом, научным языком и терминологией соответствующей научной области. Знание основной литературы и знакомство с дополнительно рекомендованной литературой. Логически корректное и убедительное изложение ответа.

✓ 85-76 - баллов - знание узловых проблем программы и основного содержания лекционного курса; умение пользоваться концептуально-понятийным аппаратом в процессе анализа основных проблем в рамках данной темы; знание важнейших работ из списка рекомендованной литературы. В целом логически корректное, но не всегда точное и аргументированное изложение ответа.

✓ 75-61 - балл – фрагментарные, поверхностные знания важнейших разделов программы и содержания лекционного курса; затруднения с использованием научно-понятийного аппарата и терминологии учебной дисциплины; неполное знакомство с рекомендованной литературой; частичные затруднения с выполнением предусмотренных программой заданий; стремление логически определенно и последовательно изложить ответ.

✓ 60-50 баллов – незнание, либо отрывочное представление о данной проблеме в рамках учебно-программного материала; неумение использовать понятийный аппарат; отсутствие логической связи в ответе.

### **Критерии оценки (устный ответ)**

100 – 85 баллов – если ответ студента показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и

последовательность ответа; умение приводить примеры современных проблем изучаемой области.

85 – 76 баллов – ответ, обнаруживающий прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается одна – две неточности в ответе.

75 – 61 балл – оценивается ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов изучаемой предметной области, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; знанием основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры; недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответов; неумение привести пример развития ситуации, провести связь с другими аспектами изучаемой области.

60 – 50 баллов- ответ, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной , отличающийся неглубоким раскрытием темы; незнанием основных вопрос теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов; неумением давать аргументированные ответы, слабым владение монологической речью, отсутствием логичности и последовательности . Допускаются серьезные ошибки в содержании ответа; незнание современной проблематики изучаемой области.



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДФУ)

---

---

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

по дисциплине «Управление качеством электроэнергии»

Направление подготовки – 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Магистерская программа «Оптимизация развивающихся систем электроснабжения»

Форма подготовки (очная)

Владивосток

2020

## Паспорт ФОС

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ПК-7 - способностью к внедрению инновационных технологий отечественной и зарубежной разработки	Знает	отечественные и зарубежные научные и технологические достижения в области профессиональной деятельности, тенденции развития технологий в области профессиональной деятельности
	Умеет	анализировать отечественные и зарубежные технологические достижения; предлагать инновационные решения в области профессиональной деятельности
	Владеет	владеет навыками внедрения инновационных технологий в области профессиональной деятельности
ПК-8 - способностью проводить поиск и анализ информации по патентным источникам	Знает	структуру международной патентной классификации (МПК) изобретений, полезных моделей, промышленных образцов; порядок составления и подачи в Патентное ведомство заявки на предполагаемое изобретение, полезную модель; порядок регистрации программ для ЭВМ и баз данных
	Умеет	определить классификационную рубрику по МПК для предполагаемых изобретений, полезных моделей, промышленных образцов; определить глубину и объем патентных исследований в зависимости от поставленной задачи; составить описание предполагаемого изобретения; проводить поиск, систематизацию и анализ информации по патентным фондам и научно-техническим источникам
	Владеет	навыками проведения патентных исследований при патентовании предполагаемых изобретений на территории РФ; составления описания предполагаемого изобретения

## Перечень используемых оценочных средств

№ п/п	Контролируемые модули/ разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства - наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
I	Измерение, контроль и учет потребления электрической энергии	ПК-7 ПК-8	<p><b>Знает</b> – отечественные и зарубежные научные и технологические достижения в области профессиональной деятельности, тенденции развития технологий в области профессиональной деятельности структуру международной патентной классификации (МПК) изобретений, полезных моделей, промышленных образцов; порядок составления и подачи в Патентное ведомство заявки на предполагаемое изобретение, полезную модель; порядок регистрации программ для ЭВМ и баз данных</p> <p><b>Умеет</b> – анализировать отечественные и зарубежные технологические достижения; предлагать инновационные решения в области профессиональной деятельности определить классификационную рубрику по МПК для предполагаемых изобретений, полезных моделей, промышленных образцов; определить глубину и объем патентных исследований в зависимости от поставленной задачи; составить описание предполагаемого изобретения; проводить поиск, систематизацию и анализ информации по патентным фондам и научно-техническим источникам</p> <p><b>Владеет</b> – навыками внедрения инновационных технологий в области профессиональной деятельности навыками проведения патентных исследований при патентовании предполагаемых изобретений на территории РФ; составления описания предполагаемого изобретения</p>	2 неделя (УО-1) Контрольная работа №1	Контрольные вопросы к экзамену 1 - 5

2	Оценка влияния качества электрической энергии на режим работы электроприемников и влияние режима работы электроприемников на качество электрической энергии	ПК-7 ПК-8	<p><b>Знает</b> – отечественные и зарубежные научные и технологические достижения в области профессиональной деятельности, тенденции развития технологий в области профессиональной деятельности структуру международной патентной классификации (МПК) изобретений, полезных моделей, промышленных образцов; порядок составления и подачи в Патентное ведомство заявки на предполагаемое изобретение, полезную модель; порядок регистрации программ для ЭВМ и баз данных</p> <p><b>Умеет</b> – анализировать отечественные и зарубежные технологические достижения; предлагать инновационные решения в области профессиональной деятельности определить классификационную рубрику по МПК для предполагаемых изобретений, полезных моделей, промышленных образцов; определить глубину и объем патентных исследований в зависимости от поставленной задачи; составить описание предполагаемого изобретения; проводить поиск, систематизацию и анализ информации по патентным фондам и научно-техническим источникам</p> <p><b>Владет</b> – навыками внедрения инновационных технологий в области профессиональной деятельности навыками проведения патентных исследований при патентовании предполагаемых изобретений на территории РФ; составления описания предполагаемого изобретения</p>	3,5,7,9, недели – блиц-опрос на лекции (УО-1), 12 неделя – контрольная раб.№2 (ПР-1); 14 неделя защита реферата (ПР-4)	Выступление с докладом на семинарском занятии. доклад с тематикой (ОУ-3) Контрольные вопросы 6- 30 ПР-7, ПР-2
3	Разработка систем управления качеством электрической энергии	ПК-7 ПК-8	<p><b>Знает</b> – отечественные и зарубежные научные и технологические достижения в области профессиональной деятельности, тенденции развития технологий в области профессиональной деятельности структуру международной патентной классификации (МПК) изобретений, полезных моделей, промышленных образцов; порядок составления и подачи в Патентное ведомство заявки на предполагаемое изобретение, полезную модель; порядок</p>	10,11,12 недели (УО-1) защита реферата (ПР-4) тест ПР-1	контрольные вопросы 31-40 ПР-7, ПР-2

			<p>регистрации программ для ЭВМ и баз данных</p> <p><b>Умеет</b> – анализировать отечественные и зарубежные технологические достижения; предлагать инновационные решения в области профессиональной деятельности</p> <p>определить классификационную рубрику по МПК для предполагаемых изобретений, полезных моделей, промышленных образцов; определить глубину и объем патентных исследований в зависимости от поставленной задачи; составить описание предполагаемого изобретения; проводить поиск, систематизацию и анализ информации по патентным фондам и научно-техническим источникам</p> <p><b>Владет</b> – навыками внедрения инновационных технологий в области профессиональной деятельности</p> <p>навыками проведения патентных исследований при патентовании предполагаемых изобретений на территории РФ; составления описания предполагаемого изобретения</p>		
4	<p>Разработка системы мониторинга КЭ на примере системообразующей части электрической сети с учетом наблюдаемых показателей КЭ и особенностей системы по уровню электромагнитной совместимости</p>	<p>ПК-7 ПК-8</p>	<p><b>Знает</b> – отечественные и зарубежные научные и технологические достижения в области профессиональной деятельности, тенденции развития технологий в области профессиональной деятельности</p> <p>структуру международной патентной классификации (МПК) изобретений, полезных моделей, промышленных образцов; порядок составления и подачи в Патентное ведомство заявки на предполагаемое изобретение, полезную модель; порядок регистрации программ для ЭВМ и баз данных</p> <p><b>Умеет</b> – анализировать отечественные и зарубежные технологические достижения; предлагать инновационные решения в области профессиональной деятельности</p> <p>определить классификационную рубрику по МПК для предполагаемых изобретений, полезных моделей, промышленных образцов; определить глубину и объем патентных исследований в</p>	<p>13,14,15 (УО-1) Контрольная раб.№3 защита реферата (ПР-4) 16,17,18 защита реферата, тест</p>	<p>контрольные вопросы 41-50 ПР-7, ПР-2, ПР-1</p>

			<p>зависимости от поставленной задачи; составить описание предполагаемого изобретения; проводить поиск, систематизацию и анализ информации по патентным фондам и научно-техническим источникам</p> <p><b>Владеет</b> – навыками внедрения инновационных технологий в области профессиональной деятельности</p> <p>навыками проведения патентных исследований при патентовании предполагаемых изобретений на территории РФ; составления описания предполагаемого изобретения</p>		
--	--	--	---	--	--

### Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	Критерии	Показатели
ПК-7 способностью внедрению инновационных технологий отечественной зарубежной разработки	<b>знает</b> (пороговый уровень)	<p>отечественные и зарубежные научные и технологические достижения в области профессиональной деятельности, тенденции развития технологий в области профессиональной деятельности</p> <p>Знать отечественные и зарубежные научные и технологические достижения в области профессиональной деятельности, тенденции развития технологий в области профессиональной деятельности</p>	<p>способность объяснить современные отечественные и зарубежные достижения науки и передовых технологий в области электроэнергетики и электротехники;</p> <p>способность перечислить основную номенклатуру современного электроэнергетического оборудования, выпускаемого российскими и ведущими зарубежными фирмами;</p> <p>способность охарактеризовать методы, способы и технические средства повышения энергоэффективности</p>
	<b>умеет</b> (продвину- тый)	<p>анализировать отечественные и зарубежные технологические достижения; предлагать инновационные решения в области</p> <p>Уметь анализировать отечественные и зарубежные технологические достижения; предлагать инновационные решения в области профессиональной</p>	<p>способность выбирать современное электроэнергетическое оборудование, выпускаемое российскими и ведущими</p>

		профессиональной деятельности	деятельности	зарубежными фирмами; способность проанализировать характеристики электроэнергетического оборудованию; способность проводить критический анализ данных из мировых информационных ресурсов
	<b>владеет (высокий)</b>	навыками внедрения инновационных технологий в области профессиональной деятельности	Владеть навыками внедрения инновационных технологий в области профессиональной деятельности	способность предложить инновационные решения при проектировании и технологической подготовке производства; способность использовать электроэнергетическое оборудование
ПК-8 - способностью проводить поиск и анализ информации по патентным источникам	<b>знает (пороговый уровень)</b>	структуру международной патентной классификации (МПК) изобретений, полезных моделей, промышленных образцов; порядок составления и подачи в Патентное ведомство заявки на предполагаемое изобретение, полезную модель; порядок регистрации программ для ЭВМ и баз данных	Знать структуру международной патентной классификации (МПК) изобретений, полезных моделей, промышленных образцов; порядок составления и подачи в Патентное ведомство заявки на предполагаемое изобретение, полезную модель; порядок регистрации программ для ЭВМ и баз данных	способность выявить необходимость проведения патентных исследований для оценки уровня разрабатываемого современного электротехнического оборудования; способность объяснить порядок подачи в Патентное ведомство заявки на предполагаемое изобретение, полезную модель
	<b>умеет (продвинутый)</b>	определить классификационную рубрику по МПК для предполагаемых изобретений, полезных моделей, промышленных образцов; определить глубину и объем патентных исследований в зависимости от поставленной задачи; составить описание предполагаемого изобретения; проводить поиск, систематизацию и анализ информации по патентным фондам	Уметь определить классификационную рубрику по МПК для предполагаемых изобретений, полезных моделей, промышленных образцов; определить глубину и объем патентных исследований в зависимости от поставленной задачи; составить описание предполагаемого изобретения; проводить поиск, систематизацию и анализ информации по патентным фондам и научно-техническим	способность проводить патентные исследования по выявлению электротехнического оборудования, выпускаемого российскими и ведущими зарубежными фирмами; способность составить классификационную рубрику для поиска в патентных фондах современного электротехнического и

		и научно-техническим источникам	источникам	электроэнергетического оборудования
	<b>владеет (высокий)</b>	навыками проведения патентных исследований при патентовании предполагаемых изобретений на территории РФ; составления описания предполагаемого изобретения	Владеть навыками проведения патентных исследований при патентовании предполагаемых изобретений на территории РФ; составления описания предполагаемого изобретения	способность самостоятельного и грамотного проведения патентных исследований для выявления современного электротехнического оборудования на мировом уровне

### **Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины**

**Текущая аттестация студентов.** Текущая аттестация студентов по дисциплине «Управление качеством электрической энергии» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине «Управление качеством электроэнергии» проводится в форме контрольных мероприятий (устного опроса, защиты расчётно-графической работы и индивидуального домашнего задания, тестирования) по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);
- степень усвоения теоретических знаний;
- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;
- результаты самостоятельной работы.

Каждому объекту оценивания присваивается конкретный балл. Составляется календарный план контрольных мероприятий по дисциплине и внесения данных в АРС. По окончании семестра студент

набирает определенное количество баллов, которые переводятся в пятибалльную систему оценки.

**Промежуточная аттестация студентов.** Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Управление качеством электроэнергии» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ является обязательной.

Согласно учебному плану ОС ВО ДВФУ видом промежуточной аттестации по дисциплине «Управление качеством электроэнергии» предусмотрен экзамен, который проводится в устной форме и 3 контрольных работ в письменной форме.

Темы для контрольных работ

Контрольная работа № 1

**Тема:** Показатели качества электрической энергии

Контрольная работа № 2

**Тема:** Влияние показателей качества электрической энергии на работу электропотребителей промышленного предприятия

Контрольная работа № 3

**Тема:** Технические средства для снижения не синусоидальности напряжения. Функциональные схемы технических средств.

### **ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

Текущий контроль знаний осуществляется на лекционных занятиях путем проведения контрольных опросов по изучаемому материалу. Промежуточная аттестация осуществляется в виде выполнения контрольной работы и тестирования.

#### **Вопросы для самостоятельной работы**

1. Режимы работы электрических сетей.
2. Требования к показателям качества электрической энергии.
3. Общая характеристика медленных изменений напряжения.
4. Отрицательные и положительные отклонения напряжения.

5. Способы управления отклонением напряжения в электрических сетях.
6. Влияние отклонения напряжения на работу электроприемников.
7. Отклонение частоты.
8. Баланс активной и реактивной мощностей в энергосистеме.
9. Способы управления частотой в системах электроснабжения.
10. Быстрые изменения напряжения в системах электроснабжения.
11. Способы снижения колебаний напряжения в электрических сетях.
12. Не симметрия трёхфазной системы напряжений.
13. Виды не симметрии токов и напряжений. Показатели, их влияние на работу ЭП.
14. Системы автоматизированного управления несимметричными режимами в электрических сетях.
15. Не синусоидальность трёхфазной системы напряжений.
16. Способы управления несинусоидальными режимами в системах электроснабжения.
17. Случайные события в электрических сетях.
18. Способы и технические средства снижения перенапряжений в системах электроснабжения.
19. Предпосылки формирования подхода к качеству электроснабжения.
20. Определения: система электроснабжения, пользователь электрической сети.
21. Определения: сетевая организация, кондуктивная электромагнитная помеха.
22. Определения: уровень электромагнитной совместимости в системах электроснабжения.
23. Определения: напряжение гармонической составляющей, напряжение сигналов электрической сети.
24. Определения: напряжение интергармонической составляющей, быстрое изменение напряжения.
25. Определения: напряжение электропитания, частота напряжения

- электропитания.
26. Определения: согласованное напряжение электропитания, опорное напряжение.
  27. Определения: низкое, среднее и высокое напряжение; прерывание напряжения.
  28. Определения: импульсное напряжение, перенапряжение.
  29. Определения: провал напряжения, фликер, среднеквадратическое значение.
  30. Общая характеристика быстрых изменений напряжения. Причины возникновения.
  31. Показатели, характеризующие быстрые изменения напряжения.
  32. Влияние быстрых изменений напряжения на работу электроприемников.
  33. Способы минимизации быстрых изменений напряжения.
  34. Общая характеристика медленных изменений напряжения. Причины возникновения.
  35. Показатели, характеризующие медленные изменения напряжения.
  36. Влияние медленных изменений напряжения на работу электроприемников.
  37. Определение отклонения напряжения в удаленной точке электрической сети.
  38. Способы и технические средства управления медленными изменениями напряжения.
  39. Причины возникновения отклонения частоты в электроэнергетических системах.
  40. Требования к показателям качества электрической энергии.
  41. Характеристика установившихся режимов работы электрических сетей.
  42. Требования к отклонениям частоты в синхронизированных и изолированных системах электроснабжения.
  43. Влияние отклонения частоты на работу электроприемников.

44. Способы и технические средства для управления балансом активной мощности в системах.
45. Причины возникновения несимметрии трёхфазной системы напряжений в электрических сетях.
46. Показатели качества, характеризующие не симметрию трёхфазной системы напряжений.
47. Влияние не симметрии напряжений и токов на дополнительные потери и качество электрической энергии.
48. Влияние не симметрии напряжений на работу электроприемников.
49. Способы и технические средства управления несимметричными потоками в электрических сетях.
50. Причины возникновения не синусоидальности напряжений в электрических сетях.
51. Показатели качества, характеризующие не синусоидальность трёхфазной системы напряжений.
52. Влияние не синусоидальности напряжений и токов на дополнительные потери и качество электрической энергии.
53. Влияние не синусоидальности напряжений на работу электроприемников

### **Комплект заданий для 3 контрольных работ**

по дисциплине “Управление качеством электроэнергии”

**Тема:** управление качеством электроэнергии

1. Правила учета электрической энергии. Порядок сертификации электроэнергии по ее качеству.
2. Отклонение, колебания, несинусоидальность, несимметрия напряжения и отклонения частоты как процессы, характеризующие режим работы электрической системы.

3. Показатели качества электроэнергии и уровни ЭМС.  
Помеховосприимчивость и помехоустойчивость
4. Номинальные напряжения электрических сетей. Распределение напряжения при передаче ЭЭ.
5. Провалы напряжения и временные перенапряжения. Глубина и длительность провалов. Коэффициент временного перенапряжения
6. Импульсы напряжения, их амплитуда и длительность
7. Нормирование ПКЭ (ГОСТ 13109-97). Нормальные и предельные значения ПКЭ
8. Электротехнический и технологический ущерб, вызванный ухудшением качества электроэнергии на зажимах электропотребителей
9. Правила присоединения потребителя к сетям общего назначения по условиям качества электроэнергии
10. Типовая структура современных средств измерения (СИ). Основные технические требования к приборам
11. Контроль в точках общего присоединения потребителя. Эпизодический и постоянный контроль
12. Определение виновника ухудшения качества электрической энергии в точке общего присоединения
13. Фильтры компенсирующие и симметрирующие установки. Схемные способы обеспечения КЭ
14. Влияние не симметрии напряжения на работу потребителей электрической сети
15. Влияние не синусоидальности напряжения на работу потребителей электрической сети
16. Влияние высших гармоник на работу потребителей электрической сети
17. Категория электроприемников и обеспечение надежности электроснабжения
18. Конденсаторные установки: выбор оборудования, защита
19. Доза фликера. Понятие, определение фликера.

## 20. Источники искажения показателей электрической энергии

### **Критерии оценки:**

- 60-** баллов выставляется студенту, если ответил правильно на три вопроса;
- 50-**баллов выставляется студенту, если ответил правильно на два вопроса , на один вопрос не полностью;
- 40-** баллов выставляется студенту, если ответил правильно на два вопроса, на третий вопрос нет ответа;
- 20-** баллов выставляется студенту, если ответил на один вопрос, два вопроса без ответа;
- 5-** баллов выставляется студенту, если не ответил на три вопроса.

### **Вопросы к экзамену/зачету/**

1. Понятие качества электроэнергии. Сущность проблемы качества электроснабжения
2. Номенклатура показателей качества электрической энергии (ПКЭ)
3. Нормирование отклонений и колебаний напряжения
4. Нормирование не синусоидальности и не симметрии напряжения
5. Основные определения качества электроэнергии по ГОСТ 13109-97
6. Правовое и методическое обеспечение проблемы качества электроэнергии
7. Нормирование электромагнитных помех
8. Вспомогательные показатели качества электроэнергии
9. Влияние отклонений напряжения на работу электропотребителей, технологических процессов
10. Влияние колебаний напряжения на работу силовых элементов и автоматических устройств для технологических процессов
11. Влияние не синусоидальности напряжения на работу электрической сети, электропотребителей технологических устройств
12. Влияние не симметрии напряжения на работу электрической сети, электропотребителей

13. Влияние электромагнитных помех на работу электрической сети, электропотребителей
14. Источники искажения качества электроэнергии
15. Характеристика качества электроэнергии в энергосистемах и на предприятиях
16. Определение ущербов от некачественной электроэнергии
17. Измерений отклонений напряжения
18. Измерение колебаний напряжения
19. Измерение не синусоидальности напряжения
20. Измерение не симметрии напряжения
21. Обработка результатов измерения ПКЭ. Погрешности оценки значений ПКЭ
22. Эксплуатационный контроль качества электроэнергии
23. Оценка соответствия качества электроэнергии по ГОСТ 13109 – 97
24. Методы расчета отклонений напряжения
25. Средства улучшения отклонений напряжения. Построение закона регулирования напряжения
26. Централизованное регулирование напряжения
27. Местные средства регулирования напряжения и алгоритм определения добавок напряжения от сети
28. Методы определения не синусоидальности напряжения
29. Высшие гармоники генерируемые различными источниками искажения качества электроэнергии.
30. Оценка сопротивлений элементов току высших гармоник
31. Определение коэффициентов искажения синусоидальности напряжения в различных токах сети. Резонансные явления
32. Методы определения колебаний напряжения
33. Технические средства для снижения не синусоидальности напряжения. Функциональные схемы технических средств.
34. Выбор силовых резонансных фильтров

- 35.Выбор фильтросимметрирующих устройств
- 36.Выбор параметров симметрирующих устройств
- 37.Схемные решения по снижению колебаний напряжения
- 38.Оценка влияния колебания частоты на работу электропотребителей
- 39.Выбор технических средств для повышения  $\cos\phi$ установки.
- 40.Методы компенсации реактивной мощности (КРМ)

**Критерии выставления оценки студенту на зачете/ экзамене  
по дисциплине «Управление качеством электроэнергии»:**

<b>Баллы (рейтингов ой оценки)</b>	<b>Оценка зачета/ экзамена (стандартная)</b>	<b>Требования к сформированным компетенциям</b>
100 - 86 баллов	<i>«зачтено»/ «отлично»</i>	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно освоил методику проведения энергетического обследования электроэнергетической системы. Умеет оценить полученные результаты энергоаудита для определения потенциала энергосбережения энергосистемы. Владеть методикой применения нормативно-правовой базы. Владеть методикой применения измерительного оборудования.
85-76 баллов	<i>«зачтено»/ «хорошо»</i>	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо усвоил требования, предъявляемые к системе электроснабжения. Методы расчета потерь электрической энергии при эксплуатации электрооборудования. Правила проведения энергетических обследований (энергоаудита);Применять методику определения экономической эффективности мероприятий по энергосбережению
75 - 61 баллов	<i>«зачтено»/ «удовлетворительно»</i>	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет поверхностные знания только основного материала. Испытывает затруднения для реализации путей построения электрической сети с минимальными потерями с применением энергосберегающих технологий с повышением их энергоэффективности. Владеет слабыми навыками работы со справочной литературой и нормативно–техническими материалами;

60 – 50 баллов	<i>«не зачтено»/ «неудовлетв орительно»</i>	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки в определениях, с большими затруднениями применяет методику анализа качества энергии и ее влияние на работу оборудования. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.
-------------------	---	--



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДФУ)

---

---

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

по дисциплине «Управление качеством электроэнергии»

Направление подготовки –13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Магистерская программа «Оптимизация развивающихся систем электроснабжения»

**Форма подготовки (очная)**

**Владивосток**

**2020**

1. Энергетическое обследование и энергосбережение: учебное электронное пособие / В.А.Жуков, Н.В.Силин: Владивосток: Из-во Дальневосточный федеральный университет, 2016 -138 с.
2. Михеева, Е.Н. Управление качеством [Электронный ресурс]: учеб.: рек. Мин. обр. РФ / Е.Н. Михеева, М.В. Сероштан. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Дашков и К, 2012. – 531 с. (Учебная библиотека online)
3. Жежеленко И.В., Саенко Ю.Л. Показатели качества электроэнергии и их контроль на промышленных предприятиях.-М.:Энергоатомиздат.2010.-252 с режим доступа:<http://www.twirpx.com/>