



Частное образовательное учреждение  
дополнительного профессионального образования  
«Учебный центр «Энергетик»  
(ЧОУ ДПО «УЦ «Энергетик»)

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ЧОУ ДПО «УЦ «Энергетик»  
М.В. Свистунов  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.



**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА  
ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ**

**Реализация услуг и учет электроэнергии**  
(ПС 20.039; уровень квалификации - 5)

г. Вологда  
2022 г.

ЧОУ ДПО «УЦ «Энергетик»	ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ РЕАЛИЗАЦИЯ УСЛУГ И УЧЕТ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ	Редакция 2
		стр. 2 из 20

Программа принята на заседании

методического совета ЧОУ ДПО «УЦ «Энергетик»

Протокол № 12 от 3.10.22

Составитель программы:

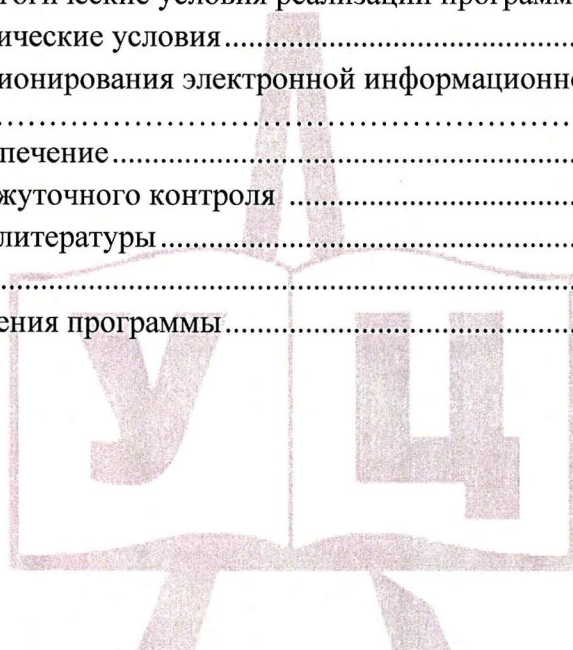
В.В. Орлов - преподаватель ЧОУ ДПО «УЦ «Энергетик»,

Е.В. Полонская - методист ЧОУ ДПО «УЦ «Энергетик»

ЧОУ ДПО «УЦ «Энергетик»	ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ РЕАЛИЗАЦИЯ УСЛУГ И УЧЕТ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ	Редакция 2
		стр. 3 из 20

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Общая характеристика программы.....	4
1.1. Цель реализации программы.....	4
1.2. Характеристика нового вида профессиональной деятельности.....	4
1.3. Планируемые результаты обучения.....	4
1.4. Программа разработана на основе.....	5
1.5. Требования к уровню подготовки поступающего на обучение.....	6
1.6. Особенности реализации программы.....	6
2. Календарный учебный график.....	7
3. Учебный план.....	8
4. Рабочие программы по модулям.....	9
5. Организационно-педагогические условия реализации программы.....	12
5.1. Материально-технические условия.....	12
5.2. Условия для функционирования электронной информационно-образовательной среды.....	12
5.3. Методическое обеспечение.....	12
5.4. Задания для промежуточного контроля.....	12
5.5. Перечень учебной литературы.....	18
5.6. Кадровые условия.....	19
6. Оценка качества освоения программы.....	20



ЧОУ ДПО «УЦ «Энергетик»	ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ РЕАЛИЗАЦИЯ УСЛУГ И УЧЕТ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ	Редакция 2
		стр. 4 из 20

## **1 Общая характеристика программы**

### **1.1. Цель реализации программы**

Повышение профессионального уровня в рамках имеющейся квалификации, направленные на совершенствование и (или) получение ими новой компетенции, необходимой для профессиональной деятельности по формированию балансов электрической энергии и достоверного сбора показаний расчетного и технического учета.

### **1.2. Характеристика нового вида профессиональной деятельности**

Вид профессиональной деятельности – технический аудит систем коммерческого и технического учета электроэнергии.

Выпускник, освоивший программу повышения квалификации готов решать профессиональные задачи в соответствии с видами профессиональной деятельности – обеспечения достоверного учета электроэнергии и надежного и качественного энергоснабжения потребителей путём контроля систем учета электроэнергии.

Программа обеспечивает достижение третьего и пятого уровня квалификации в соответствии с профессиональным стандартом № 20.093 «Работник по техническому аудиту систем учета электроэнергии».

### **1.3. Планируемые результаты обучения**

В результате освоения программы слушатель должен приобрести следующие знания и умения:

**Обучающийся должен знать:**

- процедуру контроля за соблюдением договоров энергоснабжения;
- процедуру проведения плановых и внеплановых проверок фактических величин потребляемой электрической энергии и мощности;
- процедуру проверки технической документации потребителей при заключении договора энергоснабжения;
- процедуру проверки и подготовки информации для внесения изменений о приборах учета электрической энергии и компонентах измерительного комплекса в договоры энергоснабжения с потребителями;
- процедуру контроля за соблюдением установленных требований НТД к измерительным комплексам;
- процедуру анализа динамики потребления электроэнергии с учетом имеющихся у потребителя энергопринимающих устройств, особенностей технологического процесса, графика работы;
- процедуру выявления фактов нарушений нормативных требований к измерительным комплексам электрической энергии, безучетного потребления, самовольного присоединения к электрическим сетям, бездоговорного пользования электроэнергией;
- процедуру подготовки материалов по невыполнению потребителями энергии договорных обязательств в части, касающейся режимов энергопотребления и учета энергии, при предъявлении к ним претензий и подготовке исковых заявлений;
- процедуру осуществления контроля за состоянием отключенных потребителей-должников;



<p>ЧОУ ДПО «УЦ «Энергетик»</p>	<p>ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ РЕАЛИЗАЦИЯ УСЛУГ И УЧЕТ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ</p>	<p>Редакция 2 стр. 5 из 20</p>
------------------------------------	--	------------------------------------

- процедуру контроля за возобновлением режимов энергоснабжения потребителей-неплательщиков.

**Обучающийся должен уметь:**

- осуществлять сбор показаний расчетного и технического учета, определять расходы, формировать базы данных;
- взаимодействовать с сетевыми, сбытовыми, генерирующими компаниями и потребителями по вопросам, связанным с учетом электрической энергии;
- собирать и обрабатывать документы по формированию объемов потребления электроэнергии сетевыми организациями, юридическими и физическими лицами;
- согласовывать объемы электрической энергии с сетевыми организациями и с потребителями электрической энергии;
- производить с обязательным документированием формирование объемов услуги по передаче электроэнергии, мощности и согласовывать со сбытовыми компаниями;
- проводить анализ полезного отпуска электрической энергии;
- своевременно проводить корректировку информационной базы данных на основании предоставляемых уполномоченными лицами соответствующих документов.

В рамках реализации ст. 215 Трудового Кодекса Российской Федерации, обязан:

- соблюдать требования охраны труда;
- правильно использовать производственное оборудование, инструменты, сырье и материалы, применять технологию;
- следить за исправностью используемых оборудования и инструментов в пределах выполнения своей трудовой функции;
- использовать и правильно применять средства индивидуальной и коллективной защиты;
- проходить в установленном порядке обучение по охране труда, в том числе обучение безопасным методам и приемам выполнения работ, обучение по оказанию первой помощи пострадавшим на производстве, обучение по использованию (применению) средств индивидуальной защиты, инструктаж по охране труда, стажировку на рабочем месте (для определенных категорий работников) и проверку знания требований охраны труда.

**1.4. Программа разработана на основе**

- Федерального закона "Об образовании в Российской Федерации" N 273-ФЗ от 29 декабря 2012 года;
- Профессионального стандарта 20.039 «Работник по техническому аудиту систем учета электроэнергии» (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 27 июня 2018 г. N 424н);
- Методических рекомендаций по разработке основных профессиональных образовательных программ и дополнительных профессиональных программ с учетом соответствующих профессиональных стандартов (утв. Минобрнауки России 22.01.2015 №ДЛ-1/05вн);
- Устава ЧОУ ДПО «УЦ «Энергетик»;
- Локальных нормативных актов ЧОУ ДПО «УЦ «Энергетик».

ЧОУ ДПО «УЦ «Энергетик»	ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ РЕАЛИЗАЦИЯ УСЛУГ И УЧЕТ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ	Редакция 2
		стр. 6 из 20

### **1.5. Требования к уровню подготовки поступающего на обучение**

К освоению программы допускаются лица:

- имеющие среднее профессиональное или высшее образование или получающие среднее профессиональное или высшее образование;
- имеющие опыт практической работы не менее трех лет в организациях электроэнергетики.

### **1.6. Особенности реализации программы**

Образовательный процесс осуществляется в течение учебного года. Продолжительность обучения – 40 часов.

Для всех видов занятий установлен академический час продолжительностью 45 минут.

При реализации программы предусмотрены занятия по очной, очно-заочной и заочной форме обучения.

Промежуточная аттестация проводится за счет часов, отведенных на теоретическое изучение материала.

Итоговая аттестация проводится в форме экзамена. Обучающимся, успешно сдавшим экзамен, выдается удостоверение о повышении квалификации.





ЧОУ ДПО «УЦ «Энергетик»	ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ РЕАЛИЗАЦИЯ УСЛУГ И УЧЕТ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ	Редакция 2
		стр. 7 из 20

## 2 Календарный учебный график

дополнительной профессиональной программы повышения квалификации  
«Реализация услуг и учет электроэнергии»

№	Наименование дисциплин, тем занятий	Трудоемкость, (акад.час)				
		Всего	1 день	2 день	3 день	4 день
	<b>Модуль 1. Электроснабжение.</b>					
1	Тема 1. Экономика региональной сетевой компании.	2	2			
2	Тема 2 Структура потерь электрической энергии.	3	3			
3	Тема 3. Электроснабжение, краткий курс	4	3	1		
4	Решение задач контрольной работы №1	2		2		
	<b>Модуль 2. Основы электротехники в задачах</b>					
5	Тема 1. Постоянный и переменный ток (напряжение). Законы Ома и Кирхгофа.	5		5		
6	Тема 2. Активная и реактивная мощность и энергия, генерация.	3			3	
7	Решение задач контрольной работы №2	2			2	
	<b>Модуль 3. Проблемы распределителей. Снижение технических потерь</b>					
8	Тема 1. Решение проблем распределителей.	1			1	
9	Тема 2. Расчет и оптимизация потерь электроэнергии в распределительных сетях.	2			2	
10	Тема 3. Анализ способов симметрирования напряжения в сетях 0,4/0,23 кВ.	2				2
11	Тема 4. Расчет и оптимизация потерь в трансформаторах.	3				3
12	Решение задач контрольной работы №3	2				2
	<b>Модуль 4. Учет электрической энергии и коммерческие потери</b>					
13	Тема 1. Учет электрической энергии на среднем напряжении	3				1 2
14	Тема 2. Учет электрической энергии на низком напряжении	3				3
15	Решение задач контрольной работы №4	2				2
16	Итоговая аттестация	1				1
	<b>Всего часов</b>	<b>40</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8 8</b>

ЧОУ ДПО «УЦ «Энергетик»	ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ РЕАЛИЗАЦИЯ УСЛУГ И УЧЕТ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ	Редакция 2
		стр. 8 из 20

### 3 Учебный план

дополнительной профессиональной программы повышения квалификации  
«Реализация услуг и учет электроэнергии»

№ п/п	Наименование разделов, модулей, дисциплин, тем	Аудиторные занятия (ак. час.)			Форма про- межуточной аттестации
		Всего	в том числе		
			лекции	Семинары, прак- тические, лабора- торные работы, промежуточная и итоговая аттеста- ции	
1	2	2	3	4	5
	Модуль 1. Электроснабжение				
1	Тема 1. Экономика региональной сетевой компании. Типы и величины тарифов.	2	2		
2	Тема 2. Структура потерь электрической энергии.	3	3		
3	Тема 3. Электроснабжение, краткий курс.	6	4	2	Зачет
	Модуль 2. Основы электротехники в задачах				
4	Тема 1. Постоянный и переменный ток (напряжение). Законы Ома и Кирхгофа.	5	5		
5	Тема 2. Активная и реактивная мощность и энергия, генерация.	4	2	2	Зачет
	Модуль 3. Проблемы распределительных сетей. Снижение технических потерь.				
6	Тема 1. Решение проблем распределительных сетей.	1	1		
7	Тема 2. Расчет и оптимизация потерь электроэнергии в распределительных сетях.	2	2		
8	Тема 3. Анализ способов симметрирования напряжения в сетях 0,4/0,23 кВ.	2		2	
9	Тема 4. Расчет и оптимизация потерь в трансформаторах.	5	3	2	Зачет
	Модуль 4. Учет электрической энергии и коммерческие потери.				
10	Тема 1. Учет электрической энергии на среднем напряжении.	4	3	1	Зачет
11	Тема 2. Учет электрической энергии на низком напряжении.	4	3	1	Зачет
	Итоговая аттестация	1		1	Экзамен
	<b>ВСЕГО</b>	<b>40</b>	<b>29</b>	<b>11</b>	



ЧОУ ДПО «УЦ «Энергетик»	ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ РЕАЛИЗАЦИЯ УСЛУГ И УЧЕТ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ	Редакция 2
		стр. 9 из 20

## **4. РАБОЧИЕ ПРОГРАММЫ ПО МОДУЛЯМ**

### **Модуль 1. Электроснабжение.**

#### **Тема 1. Экономика региональной сетевой компании. Типы и величины тарифов. (2 часа)**

Годовая необходимая валовая выручка (НВВ). Баланс электроэнергии РСК и его структура. Составляющие баланса электроэнергии, степень объективности данных, причины снижения объема передачи электрической энергии РСК с 2004 года по текущий год.

Типы тарифов. Структура тарифа на передачу электрической энергии, степень влияния составляющих частей. Рост тарифа на передачу вследствие отмены договора «последней мили». Сравнение тарифов внутри РФ и за рубежом. Эффективность преобразований в электроэнергетике.

Структура потерь электроэнергии: технологические и коммерческие потери. Изменение структуры потерь с 2004 года по настоящее время.

#### **Тема 2. Структура потерь электрической энергии. (3 часа)**

Задачи по снижению коммерческих потерь в распределительной сети к 2022 году. Фактические потери электрической энергии в распределительной сети. Структура технологических и коммерческих потерь.

Способы хищения ЭЭ и методы их выявления:

- составление балансов электрической энергии по линиям, КТП;
- использование интеллектуальных приборов учета с профилем мощности;
- материалы рейдов.

Опыт борьбы с хищениями ЭЭ, новые приборы и способы учета.

Исключение потерь, создаваемых в чужих сетях:

- опыт установки пунктов коммерческого учета (ПКУ) на среднем напряжении на границе балансовой принадлежности (ГБП) юридических лиц (ЮЛ) ;
- опыт установки интеллектуальных приборов учета с датчиком мощности на ГБП физических лиц (ФЛ);
- конструкция, достоинства и недостатки высоковольтного прибора учета ЛИСИЗ, РиМ, Миртэк и др.

#### **Тема 3. Электроснабжение, краткий курс. (4 часа)**

Характеристики электроприемников электрической энергии. Графики электрических нагрузок и их характеристики. Номинальная, средняя, максимальная, пиковая и установленная мощность. Методы определения расчетной нагрузки. Нормативы по расчету нагрузок производственной и коммунально-бытовой сферы.

Условные обозначения. Чтение электрических схем.

### **Модуль 2. Основы электротехники в задачах**

#### **Тема 1. Постоянный и переменный ток (напряжение). Законы Ома и Кирхгофа. (5 часов)**

Понятие постоянного и переменного тока (напряжения), формы, единицы измерения. Генераторы постоянного и переменного напряжения. Электромагнитное поле. Сопротивление переменному току. Индуктивность и емкость в сети переменного тока, сдвиг фаз

ЧОУ ДПО «УЦ «Энергетик»	ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ РЕАЛИЗАЦИЯ УСЛУГ И УЧЕТ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ	Редакция 2
		стр. 10 из 20

между током и напряжением. Трехфазные электрические цепи. Построение векторных диаграмм напряжений и токов. Решение задач по эквивалентированию сопротивлений электрических цепей, преобразование схем: "звезда" и "треугольник".

## **Тема 2. Активная и реактивная мощность и энергия, генерация (2 часа)**

Понятие мощности, энергии, работы. Единицы измерения. Понятие активной, реактивной и полной мощности, их графическое представление.

## **Модуль 3. Проблемы распределителей. Снижение технических потерь**

### **Тема 1. Решение проблем распределителей. (1 час)**

Структура технологических потерь. Зависимости потерь электроэнергии и напряжения от схем, режимов и параметров распределительной сети.

### **Тема 2. Расчет и оптимизация потерь электроэнергии в распределительных сетях. (2 часа)**

Расчет потерь электроэнергии, напряжения в элементах электрической сети.

### **Тема 3. Анализ способов симметрирования напряжения в сетях 0,4/0,23 кВ. (2 часа)**

ГОСТ на качество электрической энергии, его показатели. Устройство сетей низкого напряжения, причины несимметрии нагрузок. Способы оптимизации потерь. Потери электрической энергии и напряжения в линиях электропередачи, оптимальное построение сетей. Влияние несимметрии нагрузок на качество электрической энергии в длинных сетях напряжением 0,38/0,22 кВ. Способы обеспечения качества электрической энергии при изменении схем сети в результате технологического присоединения

### **Тема 2. Расчет и оптимизация потерь в трансформаторах. (3 часа)**

Характеристики силовых трансформаторов. Потери в трансформаторах КТП, опыт холостого хода, опыт короткого замыкания, схемы замещения, параметры элементов, способы оптимизации потерь. Трансформаторы с магнитопроводом из аморфного сплава, особенности производства и конструкции, назначение, достоинства и недостатки примеры неправильного применения.

## **Модуль 4. Учет электрической энергии и коммерческие потери**

### **Тема 1. Учет электрической энергии на среднем напряжении. (3 часа)**

Однофазные и трехфазные электронные счетчики.

Назначение, классификация и технические характеристики приборов учета. Устройство и принцип действия счетчиков разных типов. Класс точности счетчика.

Способы преобразования напряжения и тока. Назначение, классификация, устройство и принцип действия, класс точности, схемы соединения.

Выбор трансформаторов тока и напряжения. Расчет нагрузки трансформатора тока.

### **Тема 2. Учет электрической энергии на низком напряжении. (3 часа)**

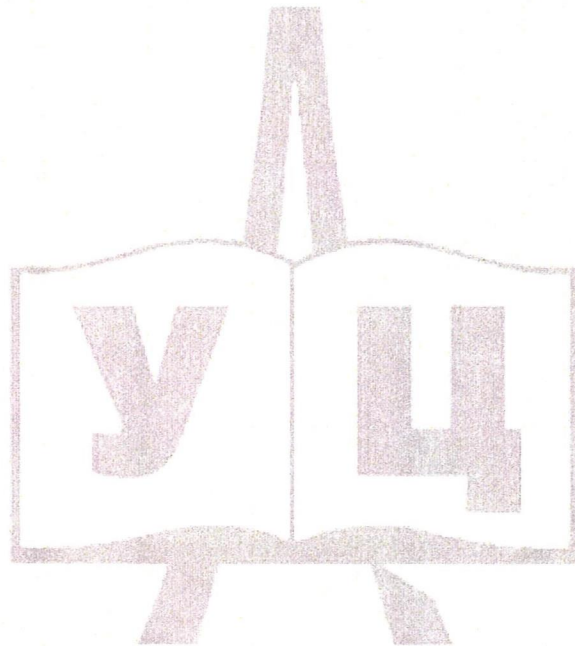


ЧОУ ДПО «УЦ «Энергетик»	ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ РЕАЛИЗАЦИЯ УСЛУГ И УЧЕТ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ	Редакция 2
		стр. 11 из 20

Схемы включения, проверка работы и определение погрешности однофазных и трехфазных электросчетчиков.

Упрощенные методы проверки трехфазных электросчетчиков (без использования прибора ВАФ).

Приборы для снятия и построения векторных диаграмм. Векторные диаграммы при различных видах нагрузки, а также при неправильном подключении прибора учета.



ЧОУ ДПО «УЦ «Энергетик»	ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ РЕАЛИЗАЦИЯ УСЛУГ И УЧЕТ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ	Редакция 2
		стр. 12 из 20

## 5 Организационно-педагогические условия реализации программы

### 5.1 Материально-технические условия

Наименование специализированных учебных помещений	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
Аудиторный класс	теоретическое	Конспект лекций, проектор, ноутбук (компьютер), стенды, учебные видеофильмы, презентации
Лаборатория по учету электрической энергии	практическое	Стенд-тренажер, ноутбук (компьютер)

### 5.2 Условия для функционирования электронной информационно-образовательной среды

Электронные информационные ресурсы	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
Сайт ЧОУ ДПО «УЦ «Энергетик» <a href="http://uc-energetik.ru/">http://uc-energetik.ru/</a> Модульная мультимедийная система <a href="http://uc-energetik.ru/activities-hub/dist">http://uc-energetik.ru/activities-hub/dist</a>	комбинированный	Современный ПК с выходом в Интернет, динамики. СДО Moodle.

### 5.3 Методическое обеспечение

Программа обеспечивается учебно-методической документацией по всем дисциплинам в печатной и (или) электронной форме:

- учебный план;
- календарный учебный график (расписание занятий);
- рабочие программы учебных предметов;
- методические материалы и разработки.

Для пользования электронным библиотечным фондом при реализации программы слушатели имеют доступ к сети Интернет.

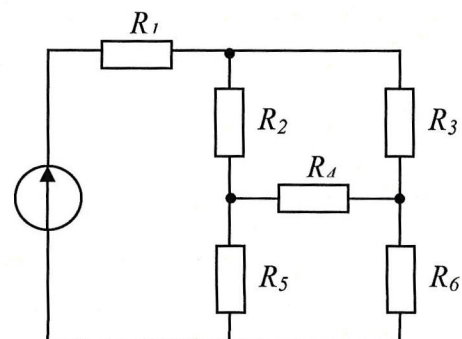
### 5.4 Задания для промежуточного контроля

Билет №1

Ф.И.О. \_\_\_\_\_ Группа \_\_\_\_\_

1. Вопрос?

Как соединены сопротивления:  $R_2$ ,  $R_3$ ,  $R_4$  ...



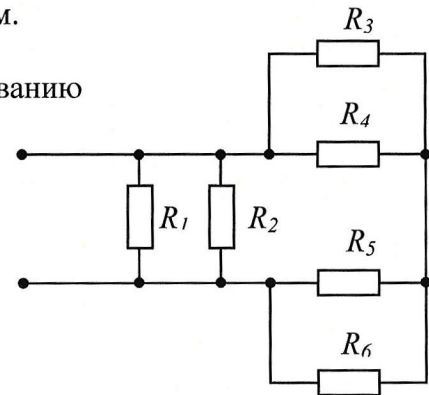


Ответ: **треугольником**

2. Определите эквивалентное сопротивление цепи, изображенной на рисунке, если сопротивления всех резисторов одинаковы и равны 6 Ом.

**Решение** сводится к последовательному эквивалентированию параллельно и последовательно соединенных сопротивлений.

Если сложить  $R_3$  и  $R_4$ ,  $R_{34} = R_3 * R_4 / (R_3 + R_4)$   
 $R_{34} = 6 * 6 / (6 + 6) = 3$  Ом; Аналогично  $R_{56} = 3$  Ом;  
 Аналогично  $R_{12} = 3$  Ом;  $R_{3456} = 3 + 3 = 6$  Ом;



**Эквивалентное сопротивление цепи:**

$R_{э\text{кв}} = R_{12} * R_{3456} / (R_{12} + R_{3456})$ ;  $R_{э\text{кв}} = 3 * 6 / (3 + 6) = 2$  Ом;

3. Определите ток в неразветвленной части цепи и напряжение источника питания, если сопротивления  $R_1 = R_2 = 30$  Ом,  $R_3 = R_4 = 40$  Ом,  $R_5 = 20$  Ом и ток  $I_5 = 2$  А.

**Решение.**

Определим падение напряжения на  $R_5$ .

$U_5 = R_5 * I_5$ ;  $U_5 = 20 * 2 = 40$  В;

Ток через  $I_4 = U_5 / R_4$ ;  $I_4 = 40 / 40 = 1$  А;

Аналогично в  $I_3 = 40 / 40 = 1$  А;

**Ток в неразветвленной части цепи:**

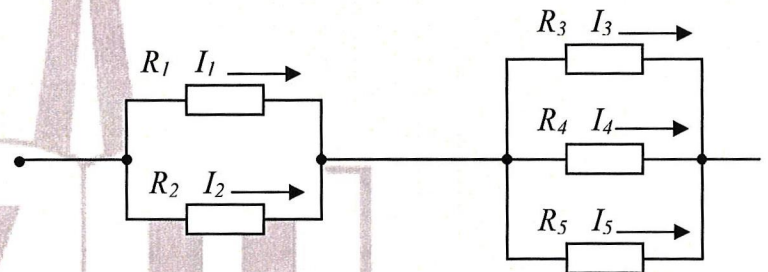
$I = I_3 + I_4 + I_5$ ;  $I = 2 + 1 + 1 = 4$  А;

$R_{12} = 30 * 30 / (30 + 30) = 15$  Ом;

падение напряжения на  $R_{12}$ .

$U_{12} = 15 * 4 = 60$  В;

**Напряжение источника питания  $U = U_5 + U_{12}$ ;  $U = 40 + 60 = 100$  В.**



4. Провода одинакового диаметра и длины из разных материалов при одном и том же токе нагреваются следующим образом...

- самая высокая температура у медного провода
- самая высокая температура у алюминиевого провода
- самая высокая температура у стального провода
- провода нагреваются одинаково

Расположите эти материалы проводов в порядке убывания удельного сопротивления току: сталь, медь, серебро, алюминий, платина, золото, олово.

**Ответ.** сталь, олово, платина, алюминий, золото, медь, серебро.

Какой процесс возникает в магнитопроводе при подключении катушки со стальным сердечником к источнику синусоидального напряжения?

**Ответ.** в магнитопроводе при подключении катушки со стальным сердечником к источнику синусоидального напряжения возникает процесс перемагничивания.

5. Что означает коэффициент трансформации ТТ или ТН...

- число витков вторичной обмотки
- соотношение первичного и вторичного токов (напряжений)
- соотношение числа витков первичной и вторичной обмоток
- соотношение сечений первичной и вторичной обмоток

ЧОУ ДПО «УЦ «Энергетик»	ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ РЕАЛИЗАЦИЯ УСЛУГ И УЧЕТ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ	Редакция 2
		стр. 14 из 20

6. Что такое расчетный коэффициент системы учета...
- Соотношение параметров схем обмоток
  - соотношение первичного и вторичного токов (напряжений)
  - соотношение мощности первичной и вторичной цепей
  - соотношение напряжений первичной и вторичной цепей

### Задача № 1

Трехфазный электрический двигатель, КПД которого  $\eta=91,26\%$ , потребляет из сети напряжением  $U=380$  В с  $\cos\varphi =0,88$ , ток  $I=35$  А. Определить потребляемую из сети активную мощность  $P$ , полезную мощность  $P_{\text{эф.двиг}}$ , циркулирующую в сети реактивную мощность  $Q_L$  и полную мощность  $S$ .

**РЕШЕНИЕ.**  $P=U \cdot 1,73 \cdot I \cdot \cos\varphi / 1000$  кВт;  $P=380 \cdot 1,73 \cdot 35 \cdot 0,88 / 1000=20,27$  кВт;  
 $P_{\text{эфф}}=P \cdot \eta / 100$  кВт;  $P_{\text{эфф}}=20,27 \cdot 91,259 / 100 =18,5$  кВт;  
 $S=P / \cos\varphi$ кВА;  $S=20,27 / 0,88 =23,04$  кВА;  
 $Q=\sqrt{(S^2 - P^2)}$  квар;  $Q=\sqrt{(23,04^2 - 20,27^2)}=10,94$  квар;

### Задача № 2

Ваттметр показывает 12000 Вт, вольтметр - 380 В, амперметр - 35 А. Определить  $\cos\varphi$ , реактивную мощность, активный и реактивный токи.

**РЕШЕНИЕ.**  $I_A=P/U$ ;  $I_A=12000/380=31,58$  А;  $\cos\varphi = I_A/I$ ;  $\cos\varphi = 31,58/35 =0,902$ ;  
 $I_L = \sqrt{I^2 - I_A^2}$ ;  $I_L = \sqrt{35^2 - 31,58^2}=15,09$ А;  $Q = I_L \cdot U$ ;  $Q = 15,09 \cdot 0,380 =5,73$  квар

### Задача № 3

Проверка правильности работы однофазного индукционного счетчика прямого включения типа СО-505 с передаточным числом  $A = 600$  об/кВт\*ч осуществляется токовыми клещами (класс точности 5), тестером и секундомером. В цепи нагрузки замерен (создан) ток 9 А, напряжение 220 В. 20 оборотов диска счетчик сделал за 60 секунд. Определить правильность работы счетчика.

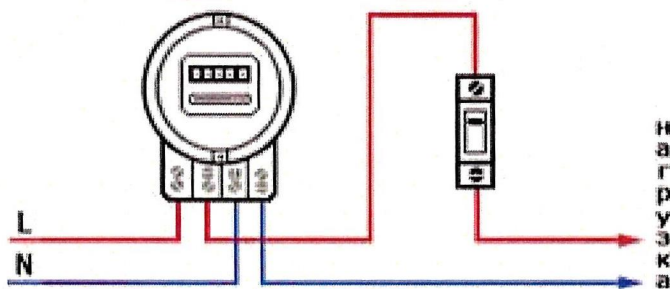


Рис.6. Схема подключения однофазного счетчика.

**РЕШЕНИЕ.**  $P=U \cdot I$ ;  $P = 220 \cdot 9 = 1980$  Вт;  
 $C_{\text{сч}}=3600 \cdot 1000 / A$ , Вт\*с/об (имп);  $C_{\text{сч}}=3600 \cdot 1000 / 600 = 6000$  Вт\*с/об (имп) ;  
 $P_{\text{сч}}=C_{\text{сч}} \cdot n / t$ ;  $P_{\text{сч}}= 6000 \cdot 20 / 60 = 2000$  Вт;  
 $\Delta P = P_{\text{сч}} - P$ ;  $\Delta P = 2000 - 1980 = 20$  Вт;  
 $\Delta P^* = 20 \cdot 100 / 2000 = 1\%$ ;

Вывод: счетчик работает правильно.



ЧОУ ДПО «УЦ «Энергетик»	ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ РЕАЛИЗАЦИЯ УСЛУГ И УЧЕТ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ	Редакция 2
		стр. 15 из 20

#### Задача № 4

Проверка правильности работы трехфазного индукционного счетчика прямого включения типа СА4-И678 с передаточным числом 100 об/кВт\*ч осуществляется токовыми клещами (класс точности 5), тестером и секундомером. В цепи нагрузки замерен (создан) ток:  $I_a = 10$  А,  $I_b = 5$  А,  $I_c = 5$  А, напряжения: 219, 223, 225 В. 12 оборотов диска счетчик сделал за 120 секунд. Определить правильность работы счетчика.

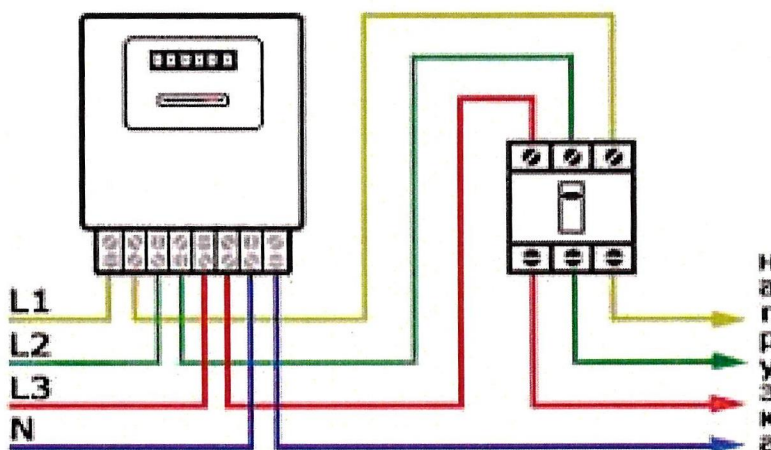


Рис.7. Схема подключения трехфазного счетчика.

**РЕШЕНИЕ.**  $P = U_a \cdot I_a + U_b \cdot I_b + U_c \cdot I_c$ ;  $P = 219 \cdot 10 + 223 \cdot 5 + 225 \cdot 5 = 4430$  Вт;  
 $C_{сч} = 3600 \cdot 1000 / A$ , Вт\*с/об (имп);  $C_{сч} = 3600 \cdot 1000 / 100 = 36000$  Вт\*с/об (имп);  
 $P_{сч} = C_{сч} \cdot n_a / t$ ;  $P_{сч} = 36000 \cdot 12 / 120 = 3600$  Вт;  
 $\Delta P = P_{сч} - P$ ;  $\Delta P = 3600 - 4430 = -830$  Вт;  
 $\Delta P^* = -830 \cdot 100 / 3600 = -23,06\%$ ;

Вывод: счетчик работает с большим недоучетом, требуется его замена.

#### Задача № 5

Проверка правильности работы трехфазного индукционного счетчика полу косвенного включения типа СА4-И678 с передаточным числом 450 об/кВт\*ч и трансформатором тока 100/5 осуществляется токовыми клещами (класс точности 5), тестером и секундомером. В цепи нагрузки замерен ток:  $I_a = 30$  А,  $I_b = 22$  А,  $I_c = 23$  А, напряжения: 219, 227, 229 В. 11 оборотов диска счетчик сделал, соответственно фазам за 120 секунд. Определить правильность работы счетчика.

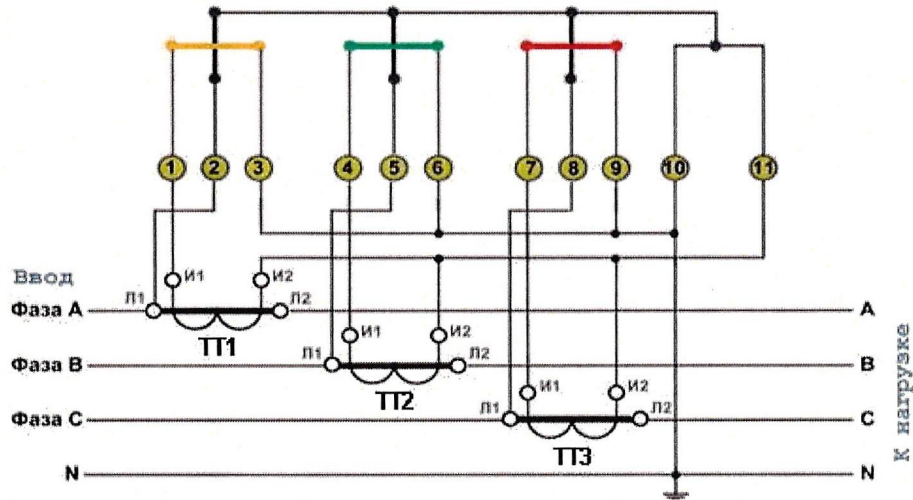


Рис.8. Схема подключения трехфазного счетчика полу косвенного включения.

**РЕШЕНИЕ.**  $P = U_a \cdot I_a + U_b \cdot I_b + U_c \cdot I_c$ ;  $P = 219 \cdot 30 + 227 \cdot 22 + 229 \cdot 23 = 16651$  Вт;  
 $C_{сч} = 3600 \cdot 1000 / A$ , Вт\*с/об (имп);  $C_{сч} = 3600 \cdot 1000 / 450 = 8000$  Вт\*с/об (имп);  
 $P_{сч} = C_{сч} \cdot n_a / t$ ;  $P_{сч} = 8000 \cdot 11 / 120 = 14666,7$  Вт;  
 $\Delta P = P_{сч} - P$ ;  $\Delta P = 14666,7 - 16651 = -1984,33$  Вт;  
 $\Delta P^* = -1984,33 \cdot 100 / 14666,7 = -13,53\%$ ;

Вывод: счетчик работает с большим недоучетом, требуется его замена.

#### Задача № 6

Рассчитать погрешность системы косвенного учета электрической энергии, состоящей из прибора учета класса точности 1,0, трансформатора тока класса точности 0,5, трансформатора напряжения класса точности 0,5. Потерю в цепях напряжения принять нормативной для системы коммерческого учета. Определить расчетный объем недоучета в кВт\*ч и руб. при годовом объеме потребления 200000 кВт\*ч. Тариф на компенсацию потерь принять 2,7 руб/кВт\*ч, а тариф на передачу 1,0 руб/кВт\*ч.

Предложить и рассчитать эффект улучшения системы учета.

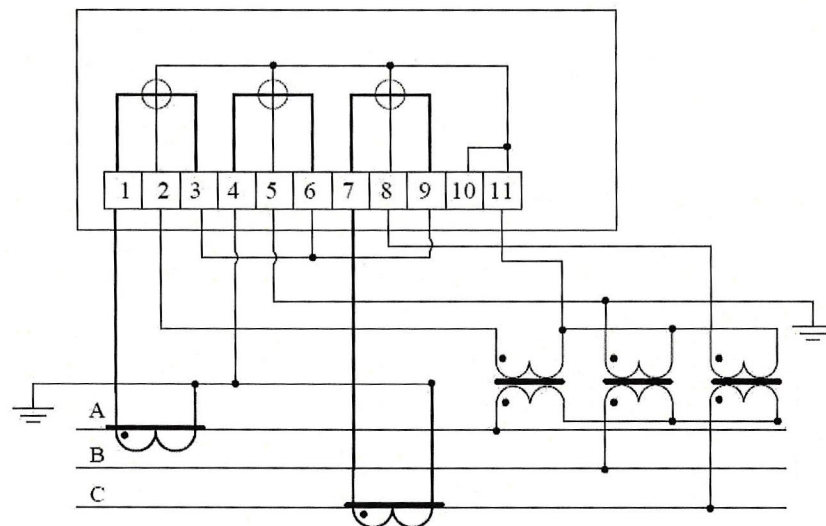


Рис.8. Схема подключения трехфазного счетчика косвенного включения.

**РЕШЕНИЕ.** Относительная расчетная погрешность системы учета:



ЧОУ ДПО «УЦ «Энергетик»	ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ РЕАЛИЗАЦИЯ УСЛУГ И УЧЕТ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ	Редакция 2
		стр. 17 из 20

$$\sigma_{\text{СУ}} = \pm 1,1 * \sqrt{\sigma_{\text{СЧ}}^2 + \sigma_{\text{ТА}}^2 + \sigma_{\text{ТН}}^2 + \Delta U^2} \%;$$

$$\sigma_{\text{СУ}} = \pm 1,1 * \sqrt{1^2 + 0,5^2 + 0,5^2 + 0,25^2} = 1,375\%;$$

Расчетный объем недоучета:  $\Delta W = W * \sigma_{\text{СУ}} / 100$ ;  $\Delta W = 200000 * 1,375 / 100 = 2750$  кВт\*ч

Расчетный объем недоплаты:  $\Delta \text{Ц} = \Delta W * (T_{\text{кп}} + T_{\text{пер}})$ , Руб.  $\Delta \text{Ц} = 2750 * (2,7 + 1) = 10175$  Руб.

Повышение класса точности прибора учета и снижение потерь в цепи напряжения (учет фактических потерь напряжения) позволит снизить относительную расчетную погрешность системы учета:  $\sigma_{\text{СУ}} = \pm 1,1 * \sqrt{0,5^2 + 0,5^2 + 0,1^2} = 0,959\%$ ;

Снизится расчетный объем недоучета:  $\Delta W = W * \sigma_{\text{СУ}} / 100$ ;  $\Delta W = 200000 * 0,959 / 100 = 1820$  кВт\*ч

Расчетный объем недоплаты:  $\Delta \text{Ц} = \Delta W * (T_{\text{кп}} + T_{\text{пер}})$ , Руб.  $\Delta \text{Ц} = 1820 * (2,7 + 1) = 6734$  Руб.

Эффект может составить:  $\text{Э} = 10175 - 6734 = 3441$  Руб.

Вывод: замена счетчика для повышения класса точности может окупиться за три года.

### Задача 7.

Выявляя причины небаланса на ВЛ-10 кВ на ответвлении к потребительской КТП с трансформатором марки ТМ-400-10/0,4 был установлен высоковольтный счетчик марки «РиМ-10», который зафиксировал расход 15850 кВт\*ч. Объем расчетного учета за период счетчика на вводе составил 14400 кВт\*ч.

Решение.

Средняя мощность нагрузки:  $P_{\text{ср}} = W_{\text{пол}} / T_{\text{пер}}$ ;  $P_{\text{ср}} = 14400 / 720 = 20$  кВт;

Средний коэффициент загрузки трансформатора составил:  $K_{\text{загр}} = P_{\text{ср}} / (S_{\text{т.ном}} * \cos \phi)$ ;  
 $K_{\text{загр}} = 20 * 100 / (400 * 0,92) = 0,054$ ;

Рассчитаем потери электрической энергии в трансформаторе по формуле:

$$\Delta W_{\text{тр}} = (P_{\text{хх}} + P_{\text{кз}} * K_{\text{загр}}^2 * K_{\text{ф2}}) * T_{\text{пер}}; \Delta W_{\text{тр}} = (1,2 + 5,5 * 0,054^2 * 1,33) * 720 = 879,56 \text{ кВт*ч.}$$

Полезный отпуск за период с учетом расчетных потерь в трансформаторе составил =  $W_{\text{отп}} = 14400 + 879,56 = 15279,56$  кВт\*ч;

Фактический небаланс потребления на ответвлении составил:  $\Delta W_{\text{нб}} = 15850 - 15279,56 = 570,44$  кВт\*ч;

Фактические потери в трансформаторе в 1,65 раза превышают расчетные с паспортными параметрами потерь холостого хода, которые за 30 лет работы трансформаторы выросли за счет магнитострикции и не учитываются в расходе потребителя, попадая в разряд коммерческих потерь.  $P_{\text{хх.факт}} = 1,65 * 1,2 = 1,98$  кВт.

Трансформатор работает с очень низким КПД =  $14400 * 100 / 15850 = 90,85\%$ .

Результаты учета необходимо предъявить потребителю для корректировки и учета в дальнейшем фактических параметров холостого хода.

### Задача 8.

КТП с трансформатором марки ТМ-400-10/0,4 и линией ВЛ-0,4 кВ осуществляет электропитание когда-то густо населенной деревни «Подолец» с зернотоком. Теперь осталось несколько жилых домов, производства нет. В ноябре полезный отпуск весьма экономных жителей составил 100 кВт\*ч и совпал с техническим учетом КТП. Рассчитать баланс КТП.

Средняя мощность нагрузки:  $P_{\text{ср}} = W_{\text{пол}} / T_{\text{пер}}$ ;  $P_{\text{ср}} = 100 / 720 = 0,138$  кВт;

Средний ток нагрузки в начале линии  $I_{\text{ср}} = P / 3 * U_{\text{ф}}$ ;  $I_{\text{ном.тр}} = 138 / 3 * 220 = 0,21$  А. При таком токе потери в ВЛ-0,4 можно не учитывать;

Средний коэффициент загрузки трансформатора составил:  $K_{\text{загр}} = P_{\text{ср}} / (S_{\text{т.ном}} * \cos \phi)$ ;  
 $K_{\text{загр}} = 0,138 * 100 / (400 * 0,92) = 0,0004$ ;

Рассчитаем потери электрической энергии в трансформаторе по формуле:

$$\Delta W_{\text{тр}} = (P_{\text{хх}} + P_{\text{кз}} * K_{\text{загр}}^2 * K_{\text{ф2}}) * T_{\text{пер}}; \Delta W_{\text{тр}} = (1,2 + 5,5 * 0,0004^2 * 1,33) * 720 = 864 \text{ кВт*ч}$$



ЧОУ ДПО «УЦ «Энергетик»	ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ РЕАЛИЗАЦИЯ УСЛУГ И УЧЕТ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ	Редакция 2
		стр. 18 из 20

Объект электроснабжения работает с очень низким КПД= $100 \cdot 100 / 964 = 10,37\%$ , крайне нерентабелен, работает на технические потери. Технические службы ПАО «МРСК С-3» не замечают такие объекта, а их очень много!

Техническая политика ПАО «Россети» запрещает заменять трансформаторы КТП на меньшие, оптимальной мощности в рамках ремонтной программы, так как это приводит к снижению стоимости основных фондов, а то что это нерентабельно руководство не волнует.

### **5.5 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения рабочей программы**

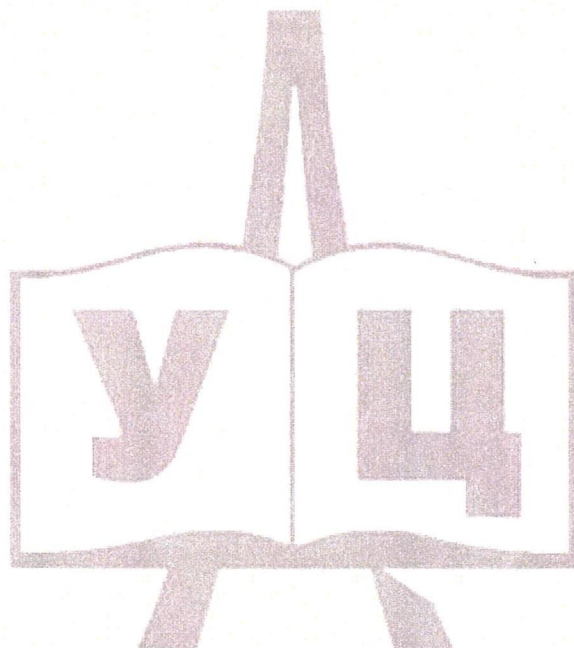
1. Федеральный закон от 29.12.2012 N 273-ФЗ "Об образовании в Российской Федерации"
2. Приказ Минтруда России от 15 декабря 2020 г. № 903н «Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок»
3. «Инструкция по оказанию первой помощи при несчастных случаях на производстве»  
В.Г. Бубнов, Н.В. Бубнова
4. Правила устройства электроустановок (утв. Приказом Минэнерго России от 8 июля 2002 г. №204)
5. Профессиональный стандарт 20.039 «Работник по техническому аудиту систем учета электроэнергии» (утв. Приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 27 июня 2018 г. № 424н);
6. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей РФ (утв. приказом №229 от 19.06.2003 Минэнерго)
7. ГОСТ 8.217-2003 ГСИ. Трансформаторы тока. Методика поверки
8. Закон РФ №4871–1 “Об обеспечении единства измерений” от 23 апреля 1993 г.
9. Сборник нормативных актов по реформированию и функционированию электроэнергетики Российской Федерации. – М., 2005.
10. Осика Л. К. Коммерческий и технический учет электрической энергии на оптовом и розничных рынках. Теория и практические рекомендации. – СПб.: Политехника, 2006.
11. Типовая инструкция по учету электроэнергии при ее производстве, передаче и распределении. РД 34.09.101-94 с изменением № 1. – М.: Издательство НЦ ЭНАС, 2004.
12. ГОСТР 8.596-2002. Государственная система обеспечения единства измерений. Метрологическое обеспечение измерительных систем. Основные положения. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2002.
13. Воротницкий В. Э. и др. Методы и средства выявления безучетного потребления электрической энергии при наличии приборов учета. – М.: ДиалогЭлектро, 2006.
14. Воротницкий В. Э. Потери электроэнергии в электрических сетях. Ситуация в России. Зарубежный опыт анализа и снижения. – М.: Диалог Электро, 2006.
15. Железко Ю. С. и др. Расчет, анализ и нормирование потерь электроэнергии в электрических сетях. Руководство для практических расчетов. – М.: Издательство НЦ ЭНАС, 2006.
16. Красник В. В. 101 способ хищения электроэнергии. – М.: Издательство НЦ ЭНАС, 2006.
17. Тубинис В. В. Структурные преобразования в энергетике России и проблемы совершенствования учета электроэнергии // Электро. № 1. 2003.

ЧОУ ДПО «УЦ «Энергетик»	ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ РЕАЛИЗАЦИЯ УСЛУГ И УЧЕТ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ	Редакция 2
		стр. 19 из 20

18. Тубинис В. В. Создание автоматизированной системы учета и управления потреблением электроэнергии в Италии // Электро. № 4. 2004.
19. Бондаренко А. Ф., Лисицын Н. В. и др. Зарубежные энергообъединения / под ред. В. А. Семенова – М.: Изд-во НИЦ ЭНАС, 2001.

### 5.6 Кадровые условия

Кадровое обеспечение программы осуществляет преподавательский состав ЧОУ ДПО «УЦ «Энергетик», имеющий соответствующее образование, и (или) высококвалифицированные внештатные специалисты по профилю обучения.





ЧОУ ДПО «УЦ «Энергетик»	ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ РЕАЛИЗАЦИЯ УСЛУГ И УЧЕТ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ	Редакция 2
		стр. 20 из 20

## **6 Оценка качества освоения программы**

Система оценки качества освоения программы включает в себя осуществление:

- промежуточной аттестации обучающихся;
- итоговой аттестации в форме экзамена.

Порядок проведения промежуточной и итоговой аттестации устанавливается локальными нормативными актами ЧОУ ДПО «УЦ «Энергетик».

Промежуточная аттестация подразделяется на текущий и тематический контроль.

Текущий контроль знаний предполагает оценку результатов усвоения обучающимся определенной темы или раздела программы, проводится в форме устного опроса и не оценивается.

Тематический контроль предполагает предварительную проверку знаний обучающихся по отдельным темам, а также выполнение ими практической работы, поэтому он оценивается.

Формы промежуточной аттестации определены в учебном плане программы.

Слушатели, успешно прошедшие промежуточную аттестацию, допускаются к итоговой аттестации.

Итоговая аттестация проводится в форме экзамена. Экзамен проходит в устной форме с целью оценки уровня формирования компетенций у выпускников.

Аттестационная комиссия состоит не менее чем из трех человек. В состав комиссии включаются преподаватели и мастера производственного обучения ЧОУ ДПО «УЦ «Энергетик». Для осуществления внешнего контроля качества освоения программы на итоговую аттестацию может быть приглашен представитель заказчика (работодателя).

Обучающимся, успешно сдавшим итоговую аттестацию, выдается удостоверение о повышении квалификации. В случае получения экзаменуемым неудовлетворительной оценки выдается справка о прохождении обучения.