

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
**ИНСТИТУТ АГРОИНЖЕНЕРИИ ФГБОУ ВО ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГАУ**

УТВЕРЖДАЮ  
Декал энергетического факультета  
С.А. Иванова  
« 07 » февраля 2018 г.



Кафедра «Энергообеспечение и автоматизация технологических процессов»

Рабочая программа дисциплины

**Б1.В.08 ТЕХНИКА ВЫСОКИХ НАПРЯЖЕНИЙ**

Направления подготовки **13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**

Профиль – **Электроснабжение**

Уровень высшего образования – **бакалавриат (академический)**

Квалификация – **бакалавр**

Форма обучения – **очная**

Рабочая программа дисциплины «Техника высоких напряжений» составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 03.09.2015 г. № 955.. Программа предназначена для подготовки бакалавра по направлению **13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, профиль Электроснабжение.**

Настоящая рабочая программа дисциплины составлена в рамках основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) и учитывает особенности обучения при инклюзивном образовании лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалидов.

Составитель: кандидат технических наук, доцент каф. ЭАТП Ильин Ю.П.

Рабочая программа дисциплины обсуждена на заседании кафедры «Энергообеспечение и автоматизация технологических процессов» « 02 » февраля 2018 г. (протокол № 8 )

Зав. кафедрой ЭАТП,  
доктор технических наук, профессор



В. М. Попов

Рабочая программа дисциплины одобрена методической комиссией энергетического факультета « 07 » февраля 2018 г. (протокол № 9 )

Председатель методической комиссии  
энергетического факультета,  
кандидат технических наук, доцент



В. А. Захаров

Директор научной библиотеки



Е. И. Лебедева

## Содержание

1. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП.....	4
1.1 Цель и задачи дисциплины.....	4
1.2 Планируемые результаты обучения по дисциплине (показатели сформированности компетенций) .....	4
2. Место дисциплины в структуре ОПОП .....	5
3. Объем дисциплины и виды учебной работы.....	5
3.1. Распределение объема дисциплины по видам учебной работы .....	5
3.2. Распределение учебного времени по разделам и темам.....	6
4. Структура и содержание программы .....	8
4.1 Содержание дисциплины.....	8
4.2 Содержание лекций.....	10
4.3 Содержание практических занятий .....	11
4.4 Виды и содержание самостоятельной работы обучающихся .....	12
5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся.....	13
6. Фонд оценочных средств для проведения .....	13
промежуточной аттестации обучающихся .....	13
7. Основная и дополнительная литература, необходимая для освоения дисциплины .....	13
8. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимые для освоения дисциплины.....	14
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины .....	14
10. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем .....	14
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	15
12. Инновационные формы образовательные технологии .....	15
<b>ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ .....</b>	<b>16</b>
<b>ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ .....</b>	<b>27</b>

# 1. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП

## 1.1 Цель и задачи дисциплины

Бакалавр по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника должен быть подготовлен к следующим видам профессиональной деятельности: научно-исследовательской, проектно-конструкторской, производственно-технологической, монтажно-наладочной, сервисно-эксплуатационной, организационно-управленческой.

**Цель дисциплины** – сформировать у обучающихся систему знаний по технике высоких напряжений, а также проектирования объектов электроэнергетики и обеспечения требуемых режимов технологических процессов, необходимых для решения практических задач сельскохозяйственного производства.

### Задачи дисциплины:

- подготовить обучающегося к применению знаний по технике высоких напряжений, современных технологий проектирования систем электроснабжения и обеспечения требуемых режимов технологического оборудования;
- формировать способность принимать участие в проектировании систем электроснабжения (в т.ч. высоковольтных) и обеспечивать требуемые режимы технологического оборудования;
- формировать навыки участия в проектировании систем электроснабжения и обеспечения требуемых режимов технологических процессов

## 1.2 Планируемые результаты обучения по дисциплине (показатели сформированности компетенций)

Планируемые результаты освоения ОПОП (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине		
	знания	умения	навыки
ПК-3 Способность принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования	Обучающийся должен знать: технология проектирования систем электроснабжения в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования (Б1.В. 08-3.1)	Обучающийся должен уметь: принимать участие в проектировании систем электроснабжения в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования (Б1.В. 08-У.1)	Обучающийся должен владеть: навыками участия в проектировании систем электроснабжения в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования (Б1.В. 08-Н.1)
ПК-7 готовность	обучающийся должен знать:	обучающийся должен уметь:	обучающийся должен владеть:

обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике	способы обеспечения требуемых режимов и заданных параметров технологического процесса по заданной методике; (Б1.В.08-3.2)	обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике (Б1.В. 08-У.2)	навыками обеспечения требуемых режимов и заданных параметров технологического процесса по заданной методике. (Б1.В. 08-Н.2)
---	---	--	---

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Техника высоких напряжений» относится к вариативной части Блока 1 (Б1.В.08) основной профессиональной образовательной программы академического бакалавриата по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, профиль – Электроснабжение.

Разделы учебной дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предшествующими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

№ п/п	Наименование обеспечивающих (предшествующих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин	Формируемые компетенции
		Раздел 1
Предшествующие дисциплины		
1	Общая энергетика	ПК-7
2	Основы проектирования, монтажа и эксплуатации электрооборудования сельскохозяйственных предприятий	ПК-3
3	Нетрадиционные и возобновляемые источники электроэнергии	ПК-3; ПК-7
4	Приемники и потребители электрической энергии	ПК-7
5	Электроэнергетические системы и сети	ПК-3
6	Автоматические системы управления технологическими процессами	ПК-3
Последующие дисциплины		
1	Рациональное использование электрической энергии	ПК-7

## 3. Объем дисциплины и виды учебной работы

Объем дисциплины составляет 4 зачетных единицы (ЗЕТ), 144 академических часа (далее часов). Дисциплина изучается в 7-м семестре.

### 3.1. Распределение объема дисциплины по видам учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов / зачетных единиц
<b>Контактная работа (всего)</b>	<b>64</b>
В том числе:	
Лекции	16

Практические / семинарские занятия (ПЗ / СЗ)	32
Лабораторные занятия (ЛЗ)	16
<b>Самостоятельная работа обучающихся</b>	<b>44</b>
В том числе	
Подготовка к практическим / семинарским занятиям	26
Самостоятельное изучение материала	18
Контроль	<b>36</b>
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>144/4</b>

### 3.2. Распределение учебного времени по разделам и темам

№ п/п	Наименование раздела и темы	Всего час.	В том числе				
			Контактная работа			СРС	Контроль
			Лекции	ПР	ЛР		
<b>7-й семестр</b>							
1	<b>Введение</b> История развития дисциплины «Техника высоких напряжений».	4	2	0	0	2	х
2	<b>Разряды в газах</b> Ионизационные процессы в газах. Понятие плазмы. Виды ионизации. Поверхностная ионизация. Лавина электронов. Лавинная форма развития разряда. Условие самостоятельности разряда. Образование стримера. Механизм развития катодного стримера. Закон Пашена. Коронный разряд (в лавинной и стримерной формах). Понятие барьерного эффекта. Влияние времени приложения U на электрическую прочность газовой изоляции Коронный разряд на проводах воздушных линий	20	4	6	2	8	х
3	<b>Разряды в жидких диэлектриках</b> Разряд вдоль проводящей и загрязненной поверхности изолятора. Пробой жидких диэлектриков. Влияние влаги на пробой жидких диэлектриков. Влияние давления на пробой жидких диэлектриков. Влияние	18	2	6	2	8	х

	температуры на пробой жидких диэлектриков. Влияние времени воздействия напряжения на пробой жидких диэлектриков.						
4	<b>Пробой твердых диэлектриков</b> Механизмы пробоя твердых диэлектриков (электрический, тепловой, электрическое старение). Развитие теплового пробоя в твердом диэлектрике. Понятие о частичных разрядах.	16	2	4	2	8	x
5	<b>Высоковольтная изоляция</b> Высоковольтная изоляция (классификация). Высоковольтные изоляторы Изоляция высоковольтных конденсаторов и силовых трансформаторов. Изоляция высоковольтных кабелей и электрических машин. Измерение сопротивления изоляции (токов утечки). Измерение $\operatorname{tg} \delta$ .	16	2	4	2	8	x
6	<b>Высоковольтное оборудование и измерения</b> Методы обнаружения частичных разрядов. Методы регистрации высокочастотных составляющих ЧР (ИЧР). Контроль влажности изоляции. Испытание повышенным напряжением. Каскадный генератор постоянного тока. Импульсные испытательные установки. Генератор импульсных токов (ГИТ). Измерение высоких напряжений.	20	2	6	4	8	x
7	<b>Перенапряжения и защита от них</b> Классификация перенапряжений. Внутренние перенапряжения. Грозозащита ВЛ и ПС. Защита от прямых ударов	14	2	6	4	2	x

<p>молнии. Зона защиты стержневого молниеотвода.</p> <p>Зона защиты тросового молниеотвода.</p> <p>Грозоупорность объектов ВЛ. Средства защиты от перенапряжений (Открытые искровые промежутки, вентильные и трубчатые разрядники, ограничители перенапряжений)...</p> <p>Испытания изоляции повышенным напряжением (методы испытаний).</p> <p>Испытания изоляции кабелей, трансформаторов и высоковольтных вводов.</p> <p>Классификация изоляции высоковольтного оборудования. Виды внутренней изоляции.</p>						
Контроль	36	0	0	0	0	36
<b>Итого за 7-й семестр</b>	<b>144</b>	<b>16</b>	<b>32</b>	<b>16</b>	<b>44</b>	<b>36</b>

## 4. Структура и содержание программы

### 4.1 Содержание дисциплины

#### Введение

История развития дисциплины техника высоких напряжений. Конфигурация полей.

#### Разряды в газах

Ионизационные процессы в газах. Понятие плазмы. Виды ионизации. Поверхностная ионизация. Лавина электронов. Лавинная форма развития разряда. Условие самостоятельности разряда. Образование стримера. Механизм развития катодного стримера. Закон Пашена. Способы увеличения пробивного напряжения газов. Разряд в неоднородных полях. Коронный разряд (в лавинной и стримерной формах). Понятие барьерного эффекта. Влияние времени приложения  $U$  на электрическую прочность газовой изоляции (Вольт – секундная характеристика - ВСХ). Коронный разряд на проводах воздушных линий (зависимости Пика и Майра). Коронный разряд на постоянном  $U$  (униполярная и биполярная короны). Механизм развития коронного разряда на переменном напряжении. Потери энергии при коронировании на линиях сверхвысокого  $U$  (зависимость Л. Егоровой и Н. Тиходеева). Разряд в воздухе по поверхности изоляторов. Влияние гигроскопичности на разрядное напряжение промежутка с твердым диэлектриком. Зависимость Теплера.

#### Разряды в жидких диэлектриках

Разряд вдоль проводящей и загрязненной поверхности изолятора. Пробой жидких диэлектриков (общая характеристика и основные факторы). Влияние влаги на пробой

жидких диэлектриков. Влияние давления на пробой жидких диэлектриков. Влияние температуры на пробой жидких диэлектриков. Влияние времени воздействия напряжения на пробой жидких диэлектриков. Влияние материала, геометрии электродов, расстояния между ними и полярности на пробой жидких диэлектриков. Влияние барьера на пробивное напряжение масляного промежутка.

### **Пробой твердых диэлектриков**

Механизмы пробоя твердых диэлектриков (электрический, тепловой, электрическое старение). Развитие теплового пробоя в твердом диэлектрике. Понятие о частичных разрядах.

### **Высоковольтная изоляция**

Высоковольтная изоляция (классификация). Высоковольтные изоляторы (линейные, станционно-аппаратные). Изоляция высоковольтных конденсаторов и силовых трансформаторов. Изоляция высоковольтных кабелей и электрических машин.

Профилактика изоляции (задачи и цели). Измерение сопротивления изоляции (токов утечки).

Измерение  $\text{tg } \delta$ .

### **Высоковольтное оборудование и измерения**

Методы обнаружения частичных разрядов. Методы регистрации высокочастотных составляющих ЧР (ИЧР). Контроль влажности изоляции. Испытание повышенным напряжением. Установки для получения высоких переменных и постоянных напряжений. Каскадный генератор постоянного тока. Импульсные испытательные установки. Генератор импульсных токов (ГИТ). Измерение высоких напряжений (шаровые разрядники и электростатические вольтметры). Делители напряжения (омический, емкостной и смешанный)

### **Перенапряжения и защита от них**

Классификация перенапряжений. Внутренние перенапряжения. Грозозащита ВЛ и ПС. Защита от прямых ударов молнии. Зона защиты стержневого молниеотвода.

Зона защиты тросового молниеотвода. Грозоупорность объектов ВЛ. Средства защиты от перенапряжений (Открытые искровые промежутки, вентильные и трубчатые разрядники, ограничители перенапряжений). Волновые процессы в линиях. Преломление и отражение волн в узловых точках. Перенапряжения при несимметричном отключении фаз. Волновые процессы в обмотках трансформаторов. Начальное распределение напряжения вдоль обмоток трансформаторов. Установившийся режим (или принужденный режим) в обмотке трансформатора. Переходный процесс в обмотке трансформатора. Распределение напряжения вдоль обмоток 3-х фазного трансформатора. Переходный процесс в обмотке трансформатора при схемах соединения обмоток трансформатора звезда с заземленной и изолированной нейтралью. Переходный процесс в обмотке трансформатора при схеме соединения обмоток трансформатора в  $\Delta$ . Передача волн перенапряжения из одной обмотки в другую. Перенапряжения при отключении ненагруженных ЛЭП и конденсаторов. Перенапряжения при дуговых замыканиях на землю. Использование дугогасящих аппаратов. Коммутационные и дуговые перенапряжения в электрических системах. Резонансные перенапряжения и защита от них. Особенности защиты сетей напряжением 0,38 кВ от грозовых перенапряжений.

Особенности защиты сетей напряжением 6-10 кВ от грозовых перенапряжений.

Перенапряжения на оборудовании, подключенном к линии. Распространение волн перенапряжений вдоль проводов линий. Характеристика грозовой деятельности и параметры молний. Общая характеристика защитных мероприятий от перенапряжений.

Общая характеристика перенапряжений. Основные причины возникновения аварийных режимов на объектах электроэнергетики, вызванные воздействием сильных

электрических полей и электроразрядных процессов. Испытания изоляции повышенным напряжением (методы испытаний). Испытания изоляции кабелей, трансформаторов и высоковольтных вводов. Классификация изоляции высоковольтного оборудования. Виды внутренней изоляции

#### 4.2 Содержание лекций

№ п/п	Наименование лекций	Количество часов
<b>7-й семестр</b>		
1	<b>Введение</b> История развития дисциплины техника высоких напряжений. Конфигурация полей.	2
2	<b>Разряды в газах</b> Ионизационные процессы в газах. Понятие плазмы. Виды ионизации. Поверхностная ионизация. Лавина электронов. Лавинная форма развития разряда. Условие самостоятельности разряда. Образование стримера. Механизм развития катодного стримера. Закон Пашена. Способы увеличения пробивного напряжения газов. Разряд в неоднородных полях. Коронный разряд (в лавинной и стримерной формах). Понятие барьерного эффекта.	4
3	<b>Разряды в жидких диэлектриках</b> Влияние влаги на пробой жидких диэлектриков. Влияние давления на пробой жидких диэлектриков. Влияние температуры на пробой жидких диэлектриков. Влияние времени воздействия напряжения на пробой жидких диэлектриков.	2
4	<b>Пробой твердых диэлектриков</b> Механизмы пробоя твердых диэлектриков (электрический, тепловой, электрическое старение). Развитие теплового пробоя в твердом диэлектрике.	2
5	<b>Высоковольтная изоляция</b> Высоковольтная изоляция (классификация). Высоковольтные изоляторы (линейные, станционно-аппаратные).	2
6	<b>Высоковольтное оборудование и измерения</b> Методы обнаружения частичных разрядов. Методы регистрации высокочастотных составляющих ЧР (ИЧР). Контроль влажности изоляции. Испытание повышенным напряжением. Установки для получения высоких переменных и постоянных напряжений. Каскадный генератор постоянного тока. Импульсные испытательные установки. Генератор импульсных токов (ГИТ).	2
7	<b>Перенапряжения и защита от них</b> Классификация перенапряжений. Внутренние перенапряжения. Грозозащита ВЛ и ПС. Защита от прямых ударов молнии. Зона защиты стержневого молниеотвода. Зона защиты тросового молниеотвода. Грозоупорность объектов ВЛ. Средства защиты от перенапряжений (Открытые искровые промежутки, вентильные и трубчатые разрядники, ограничители перенапряжений). Особенности защиты сетей напряжением 0,38 кВ от грозовых перенапряжений. Особенности защиты сетей напряжением 6-10 кВ от грозовых	2

	перенапряжений. Общая характеристика перенапряжений. Основные причины возникновения аварийных режимов на объектах электроэнергетики, вызванные воздействием сильных электрических полей и электроразрядных процессов. Испытания изоляции повышенным напряжением (методы испытаний). Испытания изоляции кабелей, трансформаторов и высоковольтных вводов. Классификация изоляции высоковольтного оборудования.	
	<b>Итого за 7-й семестр</b>	<b>16</b>

### 4.3 Содержание практических занятий

№ п/п	Наименование практических занятий	Количество часов
	<b>7-й семестр</b>	
1	<b>Разряды в газах.</b> Влияние времени приложения $U$ на электрическую прочность газовой изоляции (Вольт – секундная характеристика - ВСХ). Коронный разряд на проводах воздушных линий (зависимости Пика и Майра). Коронный разряд на постоянном $U$ (униполярная и биполярная короны). Механизм развития коронного разряда на переменном напряжении. Потери энергии при коронировании на линиях сверхвысокого $U$ (зависимость Л. Егоровой и Н. Тиходеева). Разряд в воздухе по поверхности изоляторов. Влияние гигроскопичности на разрядное напряжение промежутка с твердым диэлектриком. Зависимость Теплера.	6
2	<b>Разряды в жидких диэлектриках.</b> Разряд вдоль проводящей и загрязненной поверхности изолятора. Пробой жидких диэлектриков (общая характеристика и основные факторы). Влияние влаги на пробой жидких диэлектриков. Влияние давления на пробой жидких диэлектриков. Влияние температуры на пробой жидких диэлектриков.	6
3	<b>Пробой твердых диэлектриков.</b> Механизмы пробоя твердых диэлектриков (электрический, тепловой, электрическое старение). Развитие теплового пробоя в твердом диэлектрике. Понятие о частичных разрядах.	4
4	<b>Высоковольтная изоляция.</b> Изоляция высоковольтных кабелей и электрических машин. Профилактика изоляции (задачи и цели). Измерение сопротивления изоляции (токов утечки). Измерение $\text{tg } \delta$ .	4
5	<b>Высоковольтное оборудование и измерения.</b> Испытание повышенным напряжением. Установки для получения высоких переменных и постоянных напряжений. Каскадный генератор постоянного тока. Импульсные испытательные установки. Генератор импульсных токов (ГИТ). Измерение высоких напряжений (шаровые разрядники и электростатические вольтметры). Делители напряжения (омический, емкостной и смешанный).	6
6	<b>Перенапряжения и защита от них</b> Коммутационные и дуговые перенапряжения в электрических системах. Резонансные перенапряжения и защита от них. Особенности защиты сетей напряжением 0,38 кВ от грозových перенапряжений. Особенности защиты сетей напряжением 6-10 кВ от грозových	6

перенапряжений. Перенапряжения на оборудовании, подключенном к линии. Общая характеристика перенапряжений. Основные причины возникновения аварийных режимов на объектах электроэнергетики, вызванные воздействием сильных электрических полей и электроразрядных процессов. Испытания изоляции повышенным напряжением (методы испытаний). Испытания изоляции кабелей, трансформаторов и высоковольтных вводов. Классификация изоляции высоковольтного оборудования. Виды внутренней изоляции.	
<b>. Итого по 7-му семестру</b>	<b>32</b>

#### 4.4 Виды и содержание самостоятельной работы обучающихся

##### 4.4.1. Виды самостоятельной работы обучающихся

Виды самостоятельной работы обучающихся	Количество часов
Подготовка к практическим занятиям	26
Самостоятельное изучение материала	18
<b>Итого</b>	<b>44</b>

##### 4.5.2. Содержание вопросов, изучаемых обучающимися самостоятельно

№ п/п	Наименование изучаемых тем или вопросов	Количество часов
<b>7-й семестр</b>		
1	<b>Введение</b> Конфигурация полей . История развития ТВН	2
2	<b>Разряды в газах.</b> Поверхностная ионизация. Лавина электронов. Лавинная форма развития разряда. Условие самостоятельности разряда. Образование стримера. Механизм развития катодного стримера. Закон Пашена. Способы увеличения пробивного напряжения газов. Разряд в неоднородных полях. Коронный разряд (в лавинной и стримерной формах). Понятие барьерного эффекта. Влияние времени приложения U на электрическую прочность газовой изоляции (Вольт – секундная характеристика - ВСХ). Коронный разряд на проводах воздушных линий (зависимости Пика и Майра).	8
3	<b>Разряды в жидких диэлектриках.</b> Влияние давления на пробой жидких диэлектриков. Влияние температуры на пробой жидких диэлектриков. Влияние времени воздействия напряжения на пробой жидких диэлектриков. Влияние материала, геометрии электродов, расстояния между ними и полярности на пробой жидких диэлектриков. Влияние барьера на пробивное напряжение масляного промежутка.	8
4	<b>Пробой твердых диэлектриков.</b> Механизмы пробоя твердых диэлектриков (электрический, электрическое старение). Развитие теплового пробоя в твердом диэлектрике.	8
5	<b>Высоковольтная изоляция.</b> Высоковольтные изоляторы (линейные, станционно-аппаратные). Изоляция высоковольтных конденсаторов и силовых трансформаторов. Изоляция высоковольтных кабелей и	8

	электрических машин.	
6	<b>Высоковольтное оборудование и измерения.</b> Методы обнаружения частичных разрядов. Методы регистрации высокочастотных составляющих ЧР (ИЧР). Импульсные испытательные установки. Генератор импульсных токов (ГИТ). Измерение высоких напряжений (шаровые разрядники и электростатические вольтметры). Делители напряжения (омический, емкостной и смешанный)	6
7	<b>Перенапряжения и защита от них.</b> Перенапряжения при несимметричном отключении фаз. Волновые процессы в обмотках трансформаторов. Начальное распределение напряжения вдоль обмоток трансформаторов. Установившийся режим (или принужденный режим) в обмотке трансформатора. Переходный процесс в обмотке трансформатора. Распределение напряжения вдоль обмоток 3-х фазного трансформатора. Переходный процесс в обмотке трансформатора при схемах соединения обмоток трансформатора звезда с заземленной и изолированной нейтралью. Переходный процесс в обмотке трансформатора при схеме соединения обмоток трансформатора в $\Delta$ . Использование дугогасящих аппаратов. Коммутационные и дуговые перенапряжения в электрических системах. Резонансные перенапряжения и защита от них	4
	<b>Итого за 7-й семестр</b>	<b>44</b>

## 5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Учебно-методические разработки имеются на кафедре ЭССХ, в научной библиотеке и на сайте ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ:

1. Ильин Ю. П. Электроснабжение сельского хозяйства (сетевая часть) [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Ю. П. Ильин, С. К. Шерьязов; ЧГАА - Челябинск: ЧГАА, 2011 - 176 с. - Доступ из локальной сети: <http://192.168.0.1:8080/localdocs/esh/5.pdf>. - Доступ из сети Интернет: <http://188.43.29.221:8080/webdocs/esh/5.pdf>.

2. Белов А. В. Электрические станции и подстанции. Расчет подстанций [Электронный ресурс]: учеб. пособие [для студентов факультета электрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства, обучающихся по направлению подготовки 140200 - "Электроэнергетика"] / А. В. Белов, Ю. П. Ильин; ЧГАА - Челябинск: ЧГАА, 2014 - 123 с. - Доступ из локальной сети: <http://192.168.0.1:8080/localdocs/esh/12.pdf>.

## 6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Для установления соответствия уровня подготовки обучающихся требованиям ФГОС ВО разработан фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине. Фонд оценочных средств представлен в Приложении №1.

## 7. Основная и дополнительная литература, необходимая для освоения дисциплины

Основная и дополнительная учебная литература имеется в Научной библиотеке и электронной информационно-образовательной среде ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.

### Основная литература

1. Бочаров Ю. Н. Техника высоких напряжений [Электронный ресурс] / Ю.Н. Бочаров; С.М. Дудкин; В.В. Титков - Санкт-Петербург: Издательство Политехнического университета, 2013 - 265 с. - Доступ к полному тексту с сайта ЭБС Университетская библиотека online: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=363032>.

2. Ильин Ю. П. Электроснабжение сельского хозяйства (сетевая часть) [Текст]: учебное пособие / Ю. П. Ильин, С. К. Шерьязов; ЧГАА - Челябинск: ЧГАА, 2011 - 175 с.

3. Ильин Ю. П. Электроснабжение сельского хозяйства (сетевая часть) [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Ю. П. Ильин, С. К. Шерьязов; ЧГАА - Челябинск: ЧГАА, 2011 - 176 с. - Доступ из локальной сети: <http://192.168.0.1:8080/localdocs/esh/5.pdf>. - Доступ из сети Интернет: <http://188.43.29.221:8080/webdocs/esh/5.pdf>.

4. Техника высоких напряжений [Электронный ресурс]: учеб. пособие / В. А. Бутенко [и др.]; ТПУ - Томск: Изд-во ТПУ, 2008 - 121 с. - Доступ из локальной сети: <http://192.168.0.1:8080/localdocs/knigi/1.pdf>.

5. Техника высоких напряжений [Электронный ресурс]: учеб. пособие / В. А. Бутенко [и др.]; ТПУ - Томск: Изд-во ТПУ, 2010 - 120 с. - Доступ из локальной сети: <http://192.168.0.1:8080/localdocs/knigi/2.pdf>.

#### **Дополнительная литература**

1. Лещинская Т. Б. Электроснабжение сельского хозяйства [Текст] / Т. Б. Лещинская, И. В. Наумов - М.: КолосС, 2008 - 655 с.

2. Неклепаев Б. Н. Электрическая часть электростанций и подстанций [Текст]: Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования: Учебное пособие для вузов - М.: Энергоатомиздат, 1989 - 608с.

3. Неклепаев Б. Н. Электрическая часть электростанций и подстанций [Текст]: Учеб. для вузов - М.: Энергоатомиздат, 1986 - 640с.

#### **Периодические издания:**

1. «Промышленная энергетика»
2. «Новости ЭлектроТехники»
3. «АПК России».

### **8. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимые для освоения дисциплины**

1. Единое окно доступа к учебно-методическим разработкам <https://юургау.рф>
2. ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com/>
3. Университетская библиотека ONLINE <http://biblioclub.ru>

### **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Учебно-методические разработки имеются в Научной библиотеке и электронной информационно-образовательной среде ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ:

1. Ильин Ю. П. Электроснабжение сельского хозяйства (сетевая часть) [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Ю. П. Ильин, С. К. Шерьязов; ЧГАА - Челябинск: ЧГАА, 2011 - 176 с. - Доступ из локальной сети: <http://192.168.0.1:8080/localdocs/esh/5.pdf>. - Доступ из сети Интернет: <http://188.43.29.221:8080/webdocs/esh/5.pdf>.

2. Белов А. В. Электрические станции и подстанции. Расчет подстанций [Электронный ресурс]: учеб. пособие [для студентов факультета электрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства, обучающихся по направлению подготовки 140200 -

"Электроэнергетика"] / А. В. Белов, Ю. П. Ильин; ЧГАА - Челябинск: ЧГАА, 2014 - 123 с. - Доступ из локальной сети: <http://192.168.0.1:8080/localdocs/esh/12.pdf>.

## **10. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

В Научной библиотеке с терминальных станций предоставляется доступ к базам данных:

- КонсультантПлюс (справочные правовые системы);
- Техэксперт (информационно-справочная система ГОСТов);
- «Сельхозтехника» (автоматизированная справочная система).

Программное обеспечение: Kompas, AutoCad, MathCad, и так далее. Программное обеспечение должно быть лицензионным.

В учебном процессе используются:

1. Интерактивная доска с прилагаемым компьютером для демонстрации учебных фильмов, иллюстраций, плакатов, презентаций и т.д.
2. Комплект электронных иллюстраций к курсу «Техника высоких напряжений».
3. Учебные стенды.

## **11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

### **Перечень учебных лабораторий кафедры ЭАТП:**

1. Ауд. 105э – Лаборатория релейной защиты
2. Ауд. 108э – Лаборатория инновационных технологий
3. Ауд. 115э – Лаборатория электрооборудования
4. Ауд. 109э – Компьютерный класс.

### **Лабораторные стенды:**

1. Специализированный учебный полигон для изучения конструкции подстанции 35/10 кВ (СКТП-35) и 10/0,4кВ (КТПТ-10).
2. Стенд для исследования трубчатых и вентильных разрядников.
3. Стенд для измерения высокого напряжения.
4. Стенд для исследования гирлянды изоляторов.
5. Стенд для исследования изменения емкости изоляторов при увлажнении.
6. Стенд для испытания масла на пробой.
7. Стенд для испытания на пробой твердых диэлектриков.
8. Стенд для изучения явления «гроза».

## **12. Инновационные формы образовательные технологии**

Вид	Лекции	ЛЗ	ПЗ/СЗ
Компьютерные симуляции	-	-	+
Анализ конкретных ситуаций	+	-	+
Конференции	-	-	+

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся

по дисциплине **Б1.В.08 «Техника высоких напряжений»**

Направление подготовки **13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**

Профиль – **Электроснабжение**

Уровень высшего образования – **бакалавриат (академический)**

Квалификация – **бакалавр**

Форма обучения – **очная**

Челябинск

2018

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Компетенции с указанием этапа их формирования в процессе освоения ОПОП....	21
2. Показатели, критерии и шкала оценивания сформированности компетенций...	21
3. Типовые контрольные задания и (или) иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этап(ы) формирования компетенций в процессе освоения ОПОП.....	23
4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этап(ы) формирования компетенций	24
4.1. Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости.....	24
4.1.1. Устный ответ на практическом занятии.....	24
4.2. Процедуры и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации	25
4.2.1. Экзамен.....	25

## 1. Компетенции с указанием этапа их формирования в процессе освоения ОПОП

Компетенции по данной дисциплине формируются на продвинутом этапе

Контролируемые результаты освоения ОПОП (компетенции)	Контролируемые результаты обучения по дисциплине		
	знания	умения	навыки
ПК-3 Способность принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования	Обучающийся должен знать: технология проектирования систем электроснабжения в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования Б1.В.08-3.1	Обучающийся должен уметь: принимать участие в проектировании систем электроснабжения в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования Б1.В. 08-У.1	Обучающийся должен владеть: навыками участия в проектировании систем электроснабжения в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования Б1.В. 08-Н.1
ПК-7 готовность обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике	обучающийся должен знать: способы обеспечения требуемых режимов и заданных параметров технологического процесса по заданной методике; Б1.В.08-3.2	обучающийся должен уметь: обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике Б1.В.08-У.2	обучающийся должен владеть: навыками обеспечения требуемых режимов и заданных параметров технологического процесса по заданной методике. Б1.В.08-Н.2

## 2. Показатели, критерии и шкала оценивания сформированности компетенций

Показатели оценивания (ЗУН)	Критерии и шкала оценивания результатов обучения по дисциплине			
	Недостаточный уровень	Достаточный уровень	Средний уровень	Высокий уровень
Б1.В.08-3.1	Обучающийся не знает технологию проектирования систем электроснабжения в соответствии	Обучающийся слабо знает технологию проектирования систем электроснабжения в соответствии с	Обучающийся с незначительными ошибками и отдельными пробелами знает технологию проектирования	Обучающийся с требуемой степенью полноты и точности знает технологию проектирования систем

	с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования	техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования	систем электроснабжения в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования	электроснабжения в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования
Б1.В.08-У.1	Обучающийся не умеет принимать участие в проектировании систем электроснабжения в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования	Обучающийся слабо умеет принимать участие в проектировании систем электроснабжения в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования	Обучающийся умеет с незначительными ошибками принимать участие в проектировании систем электроснабжения в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования	Обучающийся умеет принимать участие в проектировании систем электроснабжения в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования
Б1.В.08-Н.1	Обучающийся не владеет навыками участия в проектировании систем электроснабжения в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные	Обучающийся слабо владеет навыками участия в проектировании систем электроснабжения в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические	Обучающийся с небольшими затруднениями владеет навыками участия в проектировании систем электроснабжения в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические,	Обучающийся свободно владеет навыками участия в проектировании систем электроснабжения в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические

	ые и экологические требования	требования	энергоэффективны е и экологические требования	требования
Б1.В.08-3.2	Обучающийся не знает способы обеспечения требуемых режимов и заданных параметров технологического процесса по заданной методике	Обучающийся слабо знает способы обеспечения требуемых режимов и заданных параметров технологического процесса по заданной методике	Обучающийся с незначительными ошибками и отдельными пробелами знает способы обеспечения требуемых режимов и заданных параметров технологического процесса по заданной методике	Обучающийся с требуемой степенью полноты и точности знает способы обеспечения требуемых режимов и заданных параметров технологического процесса по заданной методике
Б1.В.ОД.08-У.2	Обучающийся не умеет обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике	Обучающийся слабо умеет обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике	Обучающийся умеет с незначительными ошибками обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике	Обучающийся умеет обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике
Б1.В.08-Н.2	Обучающийся не владеет навыками обеспечения требуемых режимов и заданных параметров технологического процесса по заданной методике.	Обучающийся слабо владеет навыками обеспечения требуемых режимов и заданных параметров технологического процесса по заданной методике.	Обучающийся с небольшими затруднениями владеет навыками обеспечения требуемых режимов и заданных параметров технологического процесса по заданной методике.	Обучающийся свободно владеет навыками обеспечения требуемых режимов и заданных параметров технологического процесса по заданной методике.

### **3. Типовые контрольные задания и (или) иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения ОПОП**

Учебно-методические разработки имеются на кафедре ЭАТП, в научной библиотеке и на сайте ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.

1. Ильин Ю. П. Электроснабжение сельского хозяйства (сетевая часть) [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Ю. П. Ильин, С. К. Шерьязов; ЧГАА - Челябинск: ЧГАА, 2011 - 176 с. - Доступ из локальной сети: <http://192.168.0.1:8080/localdocs/esh/5.pdf>. - Доступ из сети Интернет: <http://188.43.29.221:8080/webdocs/esh/5.pdf>.

2. Белов А. В. Электрические станции и подстанции. Расчет подстанций [Электронный ресурс]: учеб. пособие [для студентов факультета электрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства, обучающихся по направлению подготовки 140200 - "Электроэнергетика"] / А. В. Белов, Ю. П. Ильин; ЧГАА - Челябинск: ЧГАА, 2014 - 123 с. - Доступ из локальной сети: <http://192.168.0.1:8080/localdocs/esh/12.pdf>.

#### **4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

##### **4.1. Оценочные средства при проведении текущего контроля успеваемости**

###### **4.1.1. Устный ответ на практическом занятии**

Устный ответ на практическом занятии используется для оценки качества освоения обучающимся основной профессиональной образовательной программы по отдельным вопросам и/или темам дисциплины. Темы и планы занятий заранее сообщаются обучающимся. Ответ оценивается оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

Критерии оценивания ответа (табл.) доводятся до сведения обучающихся в начале занятий. Оценка объявляется обучающемуся непосредственно после устного ответа.

<b>Шкала</b>	<b>Критерии оценивания</b>
Оценка 5 (отлично)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- обучающийся полно усвоил учебный материал;</li> <li>- показывает знание основных понятий темы, грамотно пользуется терминологией;</li> <li>- проявляет умение анализировать и обобщать информацию, навыки связного описания явлений и процессов;</li> <li>- демонстрирует умение излагать учебный материал в определенной логической последовательности;</li> <li>- показывает умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами;</li> <li>- демонстрирует сформированность и устойчивость знаний, умений и навыков;</li> <li>- могут быть допущены одна–две неточности при освещении второстепенных вопросов.</li> </ul>
Оценка 4 (хорошо)	<p>ответ удовлетворяет в основном требованиям на оценку «5», но при этом имеет место один из недостатков:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- в усвоении учебного материала допущены небольшие пробелы, не искажившие содержание ответа;</li> <li>- в изложении материала допущены незначительные неточности.</li> </ul>
Оценка 3 (удовлетворительно)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопроса и продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала;</li> <li>- имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, описании явлений и процессов, исправленные после наводящих вопросов;</li> <li>- выявлена недостаточная сформированность знаний, умений и</li> </ul>

	навыков, обучающийся не может применить теорию в новой ситуации.
Оценка 2 (неудовлетворительно)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- не раскрыто основное содержание учебного материала;</li> <li>- обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала;</li> <li>- допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, в описании явлений и процессов, решении задач, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов;</li> <li>- не сформированы компетенции, отсутствуют соответствующие знания, умения и навыки.</li> </ul>

## 4.2. Процедуры и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

### 4.2.1. Экзамен

Экзамен является формой оценки качества освоения обучающимся основной профессиональной образовательной программы по разделам дисциплины. По результатам экзамена обучающемуся выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

Экзамен по дисциплине проводится в соответствии с расписанием промежуточной аттестации, в котором указывается время его проведения, номер аудитории, место проведения консультации. Утвержденное расписание размещается на информационных стендах, а также на официальном сайте Университета.

Уровень требований для промежуточной аттестации обучающихся устанавливается рабочей программой дисциплины и доводится до сведения обучающихся в начале семестра.

Экзамены принимаются, как правило, лекторами. С разрешения заведующего кафедрой на экзамене может присутствовать преподаватель кафедры, привлеченный для помощи в приеме экзамена. В случае отсутствия ведущего преподавателя экзамен принимается преподавателем, назначенным распоряжением заведующего кафедрой.

Присутствие на экзамене преподавателей с других кафедр без соответствующего распоряжения ректора, проректора по учебной работе или декана факультета не допускается.

Обучающиеся при явке на экзамен обязаны иметь при себе зачетную книжку, которую они предъявляют экзаменатору.

Для проведения экзамена ведущий преподаватель накануне получает в деканате зачетно-экзаменационную ведомость, которая возвращается в деканат после окончания мероприятия в день проведения экзамена или утром следующего дня.

Экзамены проводятся по билетам в устном или письменном виде, либо в виде тестирования. Экзаменационные билеты составляются по установленной форме в соответствии с утвержденными кафедрой экзаменационными вопросами и утверждаются заведующим кафедрой ежегодно. В билете содержится 2 теоретических вопроса.

Экзаменатору предоставляется право задавать вопросы сверх билета, а также помимо теоретических вопросов давать для решения задачи и примеры, не выходящие за рамки пройденного материала по изучаемой дисциплине.

Знания, умения и навыки обучающихся определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» и выставляются в зачетно-экзаменационную ведомость и в зачетную книжку обучающегося в день экзамена.

При проведении устного экзамена в аудитории не должно находиться более пятнадцати обучающихся на одного преподавателя.

При проведении устного экзамена студент выбирает экзаменационный билет в случайном порядке, затем называет фамилию, имя, отчество и номер экзаменационного билета.

Во время экзамена обучающиеся могут пользоваться с разрешения экзаменатора программой дисциплины, справочной и нормативной литературой, другими пособиями и техническими средствами.

Время подготовки ответа при сдаче экзамена в устной форме должно составлять не менее 40 минут (по желанию обучающегося ответ может быть досрочным). Время ответа – не более 15 минут.

Обучающийся, испытывающий затруднения при подготовке к ответу по выбранному им билету, имеет право на выбор второго билета с соответствующим продлением времени на подготовку. При окончательном оценивании ответа оценка снижается на один балл. Выдача третьего билета не разрешается.

Если обучающийся явился на экзамен, и, взяв билет, отказался от прохождения аттестации в связи с неподготовленностью, то в ведомости ему выставляется оценка «неудовлетворительно».

Нарушение дисциплины, списывание, использование обучающимися неразрешенных печатных и рукописных материалов, мобильных телефонов, коммуникаторов, планшетных компьютеров, ноутбуков и других видов личной коммуникационной и компьютерной техники во время аттестационных испытаний запрещено. В случае нарушения этого требования преподаватель обязан удалить обучающегося из аудитории и проставить ему в ведомости оценку «неудовлетворительно».

Выставление оценок, полученных при подведении результатов промежуточной аттестации, в зачетно-экзаменационную ведомость и зачетную книжку проводится в присутствии самого обучающегося. Преподаватели несут персональную ответственность за своевременность и точность внесения записей о результатах промежуточной аттестации в зачетно-экзаменационную ведомость и в зачетные книжки.

Неявка на экзамен отмечается в зачетно-экзаменационной ведомости словами «не явился».

Для обучающихся, которые не смогли сдать экзамен в установленные сроки, Университет устанавливает период ликвидации задолженности. В этот период преподаватели, принимавшие экзамен, должны установить не менее 2-х дней, когда они будут принимать задолженности. Информация о ликвидации задолженности отмечается в экзаменационном листе.

Обучающимся, показавшим отличные и хорошие знания в течение семестра в ходе постоянного текущего контроля успеваемости, может быть проставлена экзаменационная оценка досрочно, т.е. без сдачи экзамена. Оценка выставляется в экзаменационный лист или в зачетно-экзаменационную ведомость.

Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья могут сдавать экзамены в межсессионный период в сроки, установленные индивидуальным учебным планом. Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, имеющие нарушения опорно-двигательного аппарата, допускаются на аттестационные испытания в сопровождении ассистентов-сопровождающих.

Процедура проведения промежуточной аттестации для особых случаев изложена в «Положении о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по ОПОП бакалавриата, специалитета и магистратуры» ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ (ЮУрГАУ-П-02-66/02-16 от 26.10.2016 г.).

Шкала и критерии оценивания ответа обучающегося представлены в таблице.

<b>Шкала</b>	<b>Критерии оценивания</b>
Оценка 5 (отлично)	- обучающийся полно усвоил учебный материал; - показывает знание основных понятий дисциплины, грамотно пользуется терминологией; - проявляет умение анализировать и обобщать информацию, навыки связного описания явлений и процессов; - демонстрирует умение излагать материал в определенной

	<p>логической последовательности;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- показывает умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами;</li> <li>- демонстрирует сформированность и устойчивость знаний, умений и навыков;</li> <li>- могут быть допущены одна–две неточности при освещении второстепенных вопросов.</li> </ul>
Оценка 4 (хорошо)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ответ удовлетворяет в основном требованиям на оценку «5», но при этом имеет место один из недостатков:</li> <li>- в усвоении учебного материала допущены пробелы, не исказившие содержание ответа;</li> <li>- в изложении материала допущены незначительные неточности.</li> </ul>
Оценка 3 (удовлетворительно)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- знание основного программного материала в минимальном объеме, погрешности непринципиального характера в ответе на экзамене: неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопросов;</li> <li>- имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, описании явлений и процессов, исправленные после наводящих вопросов;</li> <li>- выявлена недостаточная сформированность знаний, умений и навыков, обучающийся не может применить теорию в новой ситуации.</li> </ul>
Оценка 2 (неудовлетворительно)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- пробелы в знаниях основного программного материала, принципиальные ошибки при ответе на вопросы;</li> <li>- обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала;</li> <li>- допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, в описании явлений и процессов, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов;</li> <li>- не сформированы компетенции, отсутствуют соответствующие знания, умения и навыки.</li> </ul>

### Вопросы к экзамену

#### 7 семестр

1. История развития дисциплины «Техника высоких напряжений». Конфигурация полей.
2. Ионизационные процессы в газах. Понятие плазмы.
3. Виды ионизации. Поверхностная ионизация.
4. Лавина электронов. Лавинная форма развития разряда.
5. Условие самостоятельности разряда.
6. Образование стримера. Механизм развития катодного стримера.
7. Закон Пашена. Способы увеличения пробивного напряжения газов.
8. Разряд в неоднородных полях. Коронный разряд (в лавинной и стримерной формах).
9. Понятие барьерного эффекта.
10. Влияние времени приложения  $U$  на электрическую прочность газовой изоляции (Вольт – секундная характеристика - ВСХ).
11. Коронный разряд на проводах воздушных линий (зависимости Пика и Майра).
12. Коронный разряд на постоянном  $U$  (униполярная и биполярная короны).
13. Механизм развития коронного разряда на переменном напряжении.

14. Потери энергии при коронировании на линиях сверхвысокого U (зависимость Л. Егоровой и Н. Тиходеева).
15. Разряд в воздухе по поверхности изоляторов. Влияние гигроскопичности на разрядное напряжение промежутка с твердым диэлектриком. Зависимость Теплера.
16. Разряд вдоль проводящей и загрязненной поверхности изолятора.
17. Пробой жидких диэлектриков (общая характеристика и основные факторы).
18. Влияние влаги на пробой жидких диэлектриков.
19. Влияние давления на пробой жидких диэлектриков.
20. Влияние температуры на пробой жидких диэлектриков.
21. Влияние времени воздействия напряжения на пробой жидких диэлектриков.
22. Влияние материала, геометрии электродов, расстояния между ними и полярности на пробой жидких диэлектриков.
23. Влияние барьера на пробивное напряжение масляного промежутка.
24. Механизмы пробоя твердых диэлектриков (электрический, тепловой, электрическое старение).
25. Развитие теплового пробоя в твердом диэлектрике.
26. Понятие о частичных разрядах.
27. Высоковольтная изоляция (классификация). Высоковольтные изоляторы (линейные, стационарно-аппаратные).
28. Изоляция высоковольтных конденсаторов и силовых трансформаторов.
29. Изоляция высоковольтных кабелей и электрических машин.
30. Профилактика изоляции (задачи и цели). Измерение сопротивления изоляции (токов утечки). Измерение  $\text{tg } \delta$ .
31. Методы обнаружения частичных разрядов. Методы регистрации высокочастотных составляющих ЧР (ИЧР). Контроль влажности изоляции. Испытание повышенным напряжением
32. Установки для получения высоких переменных и постоянных напряжений. Каскадный генератор постоянного тока.
33. Импульсные испытательные установки. Генератор импульсных токов (ГИТ).
34. Измерение высоких напряжений (шаровые разрядники и электростатические вольтметры).
35. Делители напряжения (омический, емкостной и смешанный)
36. Классификация перенапряжений. Внутренние перенапряжения.
37. Грозозащита ВЛ и ПС. Защита от прямых ударов молнии. Зона защиты стержневого молниеотвода.
38. Зона защиты тросового молниеотвода. Грозоупорность объектов ВЛ
39. Средства защиты от перенапряжений (Открытые искровые промежутки, вентильные и трубчатые разрядники, ограничители перенапряжений).
40. Волновые процессы в линиях. Преломление и отражение волн в узловых точках.
41. Перенапряжения при несимметричном отключении фаз.
42. Волновые процессы в обмотках трансформаторов.
43. Начальное распределение напряжения вдоль обмоток трансформаторов.
44. Установившийся режим (или принужденный режим) в обмотке трансформатора.
45. Переходный процесс в обмотке трансформатора. Распределение напряжения вдоль обмоток 3-х фазного трансформатора.
46. Переходный процесс в обмотке трансформатора при схемах соединения обмоток трансформатора звезда с заземленной и изолированной нейтралью.
47. Переходный процесс в обмотке трансформатора при схеме соединения обмоток трансформатора в  $\Delta$ . Передача волн перенапряжения из одной обмотки в другую.
48. Перенапряжения при отключении ненагруженных ЛЭП и конденсаторов
49. Перенапряжения при дуговых замыканиях на землю. Использование дугогасящих аппаратов.

50. Коммутационные и дуговые перенапряжения в электрических системах.
51. Резонансные перенапряжения и защита от них.
52. Особенности защиты сетей напряжением 0,38 кВ от грозových перенапряжений.
53. Особенности защиты сетей напряжением 6-10 кВ от грозových перенапряжений.
54. Перенапряжения на оборудовании, подключенном к линии.
55. Распространение волн перенапряжений вдоль проводов линий.
56. Характеристика грозовой деятельности и параметры молний.
57. Общая характеристика защитных мероприятий от перенапряжений.
58. Общая характеристика перенапряжений.
59. Основные причины возникновения аварийных режимов на объектах электроэнергетики, вызванные воздействием сильных электрических полей и электроразрядных процессов.
60. Испытания изоляции повышенным напряжением (методы испытаний).
61. Испытания изоляции кабелей, трансформаторов и высоковольтных вводов.
62. Классификация изоляции высоковольтного оборудования. Виды внутренней изоляции.

