

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ И. Т. ТРУБИЛИНА»**

**ФАКУЛЬТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ**

**УТВЕРЖДАЮ**

Декан факультета энергетики

Доцент А.А. Шевченко

«*29* *сентября* 2023 г.



**Рабочая программа дисциплины**  
Электрические станции и подстанции

**Направление подготовки**

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

**Направленность**

Электроснабжение

**Уровень высшего образования**

Бакалавриат

**Форма обучения**

Очная

**Краснодар  
2023**

Рабочая программа дисциплины Электрические станции и подстанции разработана на основе ФГОС ВО 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ 28.02.2018 г. № 144.

Автор:  
д.т.н., профессор



А.В. Богдан

Рабочая программа обсуждена и рекомендована к утверждению решением кафедры применения электрической энергии от 17 апреля 2023 г., протокол № 31.

Заведующий кафедрой  
к.т.н., доцент



А.Г. Кудряков

Рабочая программа одобрена на заседании методической комиссии факультета энергетики, протокол от 19 апреля 2023г. № 9.

Председатель  
методической комиссии  
д-р техн. наук, профессор



И.Г. Стрижков

Руководитель  
основной профессиональной  
образовательной программы  
канд. техн. наук, доцент



А.Г. Кудряков

## **1 Цель и задачи освоения дисциплины**

**Целью** освоения дисциплины Б1.В.1.03 «Электрические станции и подстанции» является формирование трудовых функций по инженерно-техническому сопровождению, организации, управления и планирования деятельностью обеспечения обслуживания и ремонтов электрооборудования электрических станций и подстанций.

**Задачами** дисциплины является освоение следующих трудовых функций:

- выполнения работ повышенной сложности по техническому обслуживанию и ремонту электрооборудования;
- локализации нарушений нормального режима работы электрооборудования станций и подстанций;
- ведения нормативно-технической документации по техническому обслуживанию оборудования подстанций;
- организации сопровождения технического обслуживания и ремонта оборудования подстанций;
- планирования и контроля деятельности по техническому обслуживанию и ремонту электрооборудования станций и подстанций.

## **2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО**

**В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:**

В результате изучения дисциплины Б1.В.1.03 «Электрические станции и подстанции» обучающийся получает знания, умения и навыки для успешного освоения следующих трудовых функций и выполнения трудовых действий.

**Профессиональный стандарт 20.032 «Работник по обслуживанию оборудования подстанций электрических сетей», утвержденный 31.08.2021 № 611н.**

### **Трудовая функция:**

3.7. Инженерно-техническое сопровождение деятельности по техническому обслуживанию и ремонту оборудования подстанций электрических сетей

### **Трудовые действия:**

- 3.7.1. Проведение выборочных контрольных и внеочередных осмотров оборудования подстанций электрических сетей, оценка качества работ по обслуживанию оборудования подстанций электрических сетей;

- 3.7.2. Проверка состояния рабочих мест, инструмента, приспособлений и механизмов, вентиляционных систем, помещений, а также безопасности их эксплуатации и принятие мер к устранению обнаруженных нарушений и

недостатков; Подготовка аналитических материалов о состоянии оборудования подстанций электрических сетей

- 3.7.3. Сбор и анализ информации об отказах новой техники и электрооборудования подстанций электрических сетей, составление дефектных ведомостей, Ведение претензионной работы с организациями - изготовителями техники и электрооборудования подстанций электрических сетей;

- 3.7.4. Оценка качества работы вновь введенных объектов в части оборудования подстанций электрических сетей по новому строительству и технологическому присоединению к электрическим сетям, реновации;

**В результате освоения дисциплины формируется компетенция:**

- **ПК 2.** Способен участвовать в эксплуатации электрооборудования объектов электросетевого хозяйства

### **3 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО**

«Электрические станции и подстанции» является дисциплиной вариативной части (части, формируемой участниками образовательных отношений) ОПОП ВО подготовки обучающихся 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», направленность «Электроснабжение».

### **4 Объем дисциплины (252 часа, 7 зачетных единиц)**

**1 семестр (108 часов, 3 зачетные единицы)**

Виды учебной работы	Объем, часов	
	Очная	Заочная
<b>Контактная работа</b>	69	
в том числе:		
— аудиторная по видам учебных занятий	68	
— лекции	20	
— практические	16	
- лабораторные	32	
— внеаудиторная	1	
— зачет	1	
— экзамен		
— защита курсовых работ (проектов)		
<b>Самостоятельная работа</b>	39	
в том числе:		
— курсовая работа (проект)		
— прочие виды самостоятельной работы		

Виды учебной работы	Объем, часов	
	Очная	Заочная
<b>Итого по дисциплине</b>	108	
в том числе в форме практической подготовки		

## 2 семестр (144 часа, 4 зачетные единицы)

Виды учебной работы	Объем, часов	
	Очная	Заочная
<b>Контактная работа</b>	71	
в том числе:		
— аудиторная по видам учебных занятий	74	
— лекции	18	
— практические	34	
- лабораторные	16	
— внеаудиторная	3	
— зачет		
— экзамен	3	
— защита курсовых работ (проектов)		
<b>Самостоятельная работа</b>		
в том числе:	46	
— курсовая работа (проект)		
— прочие виды самостоятельной работы	27	
<b>Итого по дисциплине</b>	144	

## 5 Содержание дисциплины

По итогам изучаемой дисциплины обучающиеся сдают зачет и экзамен. Дисциплина изучается на 3 курсе, в 5 и 6 семестрах.

### Содержание и структура дисциплины по очной форме обучения 5 семестр

№ п/п	Тема. Основные вопросы	Формируемые компетенции	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						
				Лек- ции	в том числе в форме практич еской подгото вки	Практи- ческие занятия	в том числе в форме практи ческой подгот овки	Лабора- торные занятия	в том числе в форме практи- ческой подгото вки*	Самосто- ятельная работа
1	Фундаментальные основы курса «Электрические станции и подстанции» Интеграционная связь с предшествующим и курсами. Основные определения.	ПК-2	5							4
2	Производство электроэнергии. Основные типы электростанций: КЭС, ТЭЦ, ГЭС, ГАЭС, АЭС. Их особенности, перспектива развития и роль в энергетике.	ПК-2	5	2						4
3	Режимы работы электростанций и подстанций, электрических систем. Режимы нейтрали в электрических сетях.	ПК-2	5	2		2		4		4
4	Графики электрических нагрузок. Технико-экономические показатели, определяемые из графиков нагрузки.	ПК-2	5	2		2		4		4
5	Структура электростанций и энергосистем. Структурные	ПК-2	5	2		2		4		4

№ п/п	Тема. Основные вопросы	Формируемые компетенции	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						
				Лек- ции	в том числе в форме практич еской подгото вки	Практи- ческие занятия	в том числе в форме практи ческой подгот овки	Лабора- торные занятия	в том числе в форме практи- ческой подгото вки*	Самосто- ятельная работа
	схемы электростанций различного типа: конденсационные, теплоэлектроцентр али, атомные, гидроэлектростанц ии.									
6	Нагрев проводников и аппаратов в продолжительном режиме, их термическая и электродинамичес кая стойкость. Нагрев токоведущих частей в продолжительном режиме. Номинальный ток аппарата и проводника. Проверка токоведущих частей и аппаратов по условию нагрева в продолжительном режиме.	ПК-2	5	2		2		4		4
7	<i>Электродинамиче ские силы при КЗ.</i> Ударный ток КЗ. Методы расчета усилий при КЗ. Электродинамичес кая стойкость токоведущих частей и аппаратов. Расчет шинных	ПК-2	5	2		2		4		4

№ п/п	Тема. Основные вопросы	Формируемые компетенции	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						
				Лек- ции	в том числе в форме практич еской подгото вки	Практи- ческие занятия	в том числе в форме практи ческой подгот овки	Лабора- торные занятия	в том числе в форме практи- ческой подгото вки*	Самосто- ятельная работа
	конструкций на электродинамичес кую стойкость. Проверка шин на вибрацию и схлестывание									
8	Изоляторы, кабели, токопроводы. Электроизоляцион ные материалы, используемые для изготовления изоляторов. Конструкции и параметры силовых и контрольных кабелей. Токопроводы.	ПК-2	5	2		2		4		4
9	Электрические контакты. Классификация. Требования. Работа контактов при КЗ. Конструкции контактов.	ПК-2	5	2		2		4		4
10	Синхронные генераторы и компенсаторы. Конструкции. Способы охлаждения. Требования к устройствам возбуждения.	ПК-2		2		2		4		2
	Самостоятельная работа	ПК-2	5							1
Итого				20		16		32		39

## 6 семестр

№ п/п	Тема. Основные вопросы	Формируемые компетенции	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						
				Лекции	в том числе в форме практической подготовки	Практические занятия	в том числе в форме практической подготовки	Лабораторные занятия	в том числе в форме практической подготовки*	Самостоятельная работа
1	Трансформаторы и автотрансформаторы в системах электрических станций и подстанций. Обозначение трансформаторов по стандарту. Стандартные схемы и группы соединений. Их основные параметры, режимы работы.	ПК-2	6	2		4		2		4
2	Системы охлаждения трансформаторов. Нагрузочная способность, тепловой режим трансформатора. Регулирование напряжения. Применение трансформаторов с расщепленной обмоткой низшего напряжения.	ПК-2	6	2		4		2		4
3	Особенности конструкции и режимов работы автотрансформаторов, их значение в повышении экономичности работы станций и подстанций.	ПК-2	6	2		4		2		4
4	Отключение цепей постоянного и	ПК-2	6	2		4		2		4

№ п/п	Тема. Основные вопросы	Формируемые компетенции	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						
				Лек- ции	в том числе в форме практич еской подгото вки	Практи- ческие занятия	в том числе в форме практи ческой подгот овки	Лабора- торные занятия	в том числе в форме практи- ческой подгото вки*	Самосто- ятельная работа
	переменного тока. Дуга постоянного тока и устойчивость ее горения. Характеристики дуги. Способы гашения дуги постоянного тока. Дуга переменного тока, характеристики. Условия и способы гашения.									
5	Выключатели, разъединители, выключатели нагрузки. Типы высоковольтных выключателей. Разъединители. Типы. Особенности конструкции. Выключатели нагрузки. Назначение, основные типы и характеристики.	ПК-2	6	2		4		1		4
6	Ограничение токов короткого замыкания. Основные методы ограничения токов КЗ.Измерительные трансформаторы. Общие сведения. Назначение и режимы работы трансформатора тока (ТТ) и трансформатора напряжения (ТН).	ПК-2	6	2		4		1		4

№ п/п	Тема. Основные вопросы	Формируемые компетенции	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						
				Лекции	в том числе в форме практической подготовки	Практические занятия	в том числе в форме практической подготовки	Лабораторные занятия	в том числе в форме практической подготовки*	Самостоятельная работа
	Средства защиты от перенапряжений в электроустановках. Внешние и внутренние перенапряжения.									
7	Главные электрические схемы станций и подстанций. Классификация схем электростанций и подстанций. Требования, предъявляемые к главным схемам.	ПК-2	6	2		4		2		6
8	Конструкции распределительных устройств (РУ). Классификация РУ. Требования к РУ, области применения закрытых и открытых РУ.	ПК-2	6	2		4		2		6
9	Собственные нужды и оперативные цепи на электрических станциях. Состав собственных нужд электрических станций. Снижение расхода электроэнергии на собственные нужды.	ПК-2	6	2		2		2		6
	Самостоятельная работа	ПК-2	6							4
Итого				20		34		16		46

Итого	Итого Лекци- онных часов	вт.ч. в форме практиче- ской подготов- ки	Итого Практич еских занятий	вт.ч. в форме практиче- ской подготов- ки	Итого лаборато- рные занятия	вт.ч. лаборато- рные в форме практиче- ской подготов- ки	Итого самостоя- тельной работы
	38		50		48		85

## 6 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Правила устройства электроустановок (ПУЭ). Все действующие разделы ПУЭ-6 и ПУЭ-7. М.: Норматика, 2016. 464 с.  
<http://pue7.ru/pue7/sod.php>

### 6.1 Методические указания (собственные разработки)

1. Сазыкин В.Г., Кудряков А.Г., Виртуальные лабораторные работы по электрооборудованию методические указания. Краснодар: КубГАУ. 2018. 68 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа:  
<https://kubsau.ru/upload/iblock/499/49942c9fca2a1c3a6e2f0341d71ec8f7.pdf>

2. Сазыкин В.Г., Кудряков А.Г., Электрическая часть станций и подстанций. Методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов всех форм обучения спец. 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника. Краснодар, КубГАУ, 2019. – 35 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа:  
<https://kubsau.ru/upload/iblock/577/577a9c845bfb628ff21352c161201d2c.pdf>

### 6.2 Учебная литература для самостоятельной работы

1. Мясоедов, Ю. В. Электрические станции и подстанции : учебное пособие / Ю. В. Мясоедов, Н. В. Савина, А. Г. Ротачева. — Благовещенск : АмГУ, 2013. — 201 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/156454>

2. СТО 34.01-4.1-005-2017 Правила технического обслуживания устройств релейной защиты, автоматики, дистанционного управления и сигнализации электросетевого комплекса [Электронный ресурс]. – Режим доступа:  
[https://www.rosseti.ru/investment/standart/corp\\_standart/doc/СТО\\_34.01-4.1-005-2017\\_РТО\\_RZA.pdf](https://www.rosseti.ru/investment/standart/corp_standart/doc/СТО_34.01-4.1-005-2017_РТО_RZA.pdf)

3. Кокин, С. Е. Схемы электрических соединений подстанций : учебное пособие / С. Е. Кокин, С. А. Дмитриев, А. И. Хальясмаа. — Екатеринбург : Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2015. — 100 с. — ISBN 978-5-7996-1457-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система

IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/68483.html> (дата обращения: 14.10.2019). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

## 7 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

### 7.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения ОПОП ВО

Номер семестра*	Этапы формирования и проверки уровня сформированности компетенций по дисциплинам, практикам в процессе освоения ОПОП ВО
ПК-2 - Способен участвовать в эксплуатации электрооборудования объектов электросетевого хозяйства	
1	Введение в специальность
4	Монтаж средств автоматизации
4	Современные технологии монтажа в электроэнергетике
5	Организационно-распорядительные документы в электроэнергетике
5	Теоретические основы нетрадиционной и возобновляемой энергетики
5,6	Электрические станции и подстанции
5,6	Переходные процессы в электроэнергетических системах
5,6	Основное и вспомогательное оборудование нетрадиционной и возобновляемой энергетики
6	Электрический привод
6	Эксплуатация систем электроснабжения
6	Энерготехнологическое использование нетрадиционной и возобновляемой энергетики
6, 7	Электроснабжение
7	Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем
7	Системы контроля и учета электрической энергии
7	Организация работ под наведенным напряжением
7, 8	Электрические сети
8	Преддипломная практика
8	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

\* номер семестра соответствует этапу формирования компетенции

### 7.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкалы оценивания

Планируемые результаты освоения компетенции. Индикаторы достижения компетенции	Уровень освоения				Оценочное средство
	Неудовлетворительно (минимальный)	Удовлетворительно (пороговый)	хорошо (средний)	отлично (высокий)	
<b>ПК-2. Способен участвовать в эксплуатации электрооборудования объектов электросетевого хозяйства</b>					
ПК-2.1. Применяет методы и технические средства для расчета показателей функционирования технологического оборудования объектов электросетевого хозяйства;	Не применяет методы и технические средства для испытаний и диагностики электрооборудования объектов электросетевого хозяйства	Фрагментарно применяет методы и технические средства испытаний и диагностики электрооборудования объектов электросетевого хозяйства	Частично применяет методы и технические средства испытаний и диагностики электрооборудования объектов электросетевого хозяйства	В полном объеме применяет методы и технические средства испытаний и диагностики электрооборудования объектов электросетевого хозяйства	Тестирование, КР, экзамен
ПК-2.2. Демонстрирует знания организации технического обслуживания и ремонта объектов электросетевого хозяйства;	Не демонстрирует знания организации технического обслуживания и ремонта объектов электросетевого хозяйства	Фрагментарно демонстрирует знания организации технического обслуживания и ремонта объектов электросетевого хозяйства	Частично демонстрирует знания организации технического обслуживания и ремонта объектов электросетевого хозяйства	В полном объеме демонстрирует знания организации технического обслуживания и ремонта объектов электросетевого хозяйства	Тестирование, КР, экзамен
ПК-2.3. Демонстрирует понимание технологического оборудования объектов электросетевого хозяйства.	Не демонстрирует понимание задач эксплуатации электрооборудования объектов электросетевого хозяйства	Фрагментарно демонстрирует понимание задач эксплуатации электрооборудования объектов электросетевого хозяйства	Частично демонстрирует понимание задач эксплуатации электрооборудования объектов электросетевого хозяйства	В полном объеме демонстрирует понимание задач эксплуатации электрооборудования объектов электросетевого хозяйства	Тестирование, КР, экзамен

**7.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения ОПОП ВО**

Виды оценочных средств из таблицы 7.2 соответствуют Пл КубГАУ 2.2.4 «Фонд оценочных средств».

### Тест для проведения зачета:

#### Блок Разъединители

1 Коммутационный аппарат, предназначенный для отключения и включения электрической цепи без тока или с незначительным током –

- a) Выключатель высокого напряжения
- b) \*Разъединитель
- c) Реактор
- d) Предохранитель
- e) Измерительный трансформатор тока

2 Какие токи можно отключать разъединителем?

- a) До 50 А
- b) \*До 15 А
- c) До 100 А
- d) До 1 кА
- e) До 15 кА

3 Сверхбыстродействующие коммутационные аппараты взрывного действия на большие номинальные токи для установок 6-30 кВ – это...:

- A) Выключатели высокого напряжения
- B) Предохранители с наполнителем
- C) Короткозамыкатели
- D) \*Ограничители ударного тока
- E) Отделители

4 По какому току проверяется разъединитель на электродинамическую стойкость?

- A) По периодической составляющей тока КЗ
- B) \*По предельному сквозному току
- C) По аperiodической составляющей тока КЗ
- D) По номинальному току
- E) По току термической стойкости

5 Какое электрооборудование по электродинамической стойкости проверяется на предельный сквозной ток?

- A) Силовой трансформатор

- В) \*Разъединитель
- С) Измерительный трансформатор тока
- Д) Измерительный трансформатор напряжения
- Е) Сборные шины

6 Что означает первая цифра в марке разъединителя РВ-10/6300?

- А) Номинальный ток в амперах
- В) Номинальный ток в килоамперах
- С) Номинальное напряжение в вольтах
- Д) \*Номинальное напряжение в киловольтах
- Е) Номинальный ток отключения

7 Что означает вторая цифра в марке разъединителя РВ-10/6300?

- А) \*Номинальный ток в амперах
- В) Номинальный ток в килоамперах
- С) Номинальное напряжение в вольтах
- Д) Номинальное напряжение в киловольтах
- Е) Номинальный ток отключения

8 Какое электрооборудование по электродинамической стойкости проверяется на предельный сквозной ток?

- А) Силовой трансформатор
- В) \*Разъединитель
- С) Измерительный трансформатор тока
- Д) Измерительный трансформатор напряжения
- Е) Сборные шины

9 Разъединитель - это ...

- А) Контактный коммутационный аппарат, предназначенный для включения и отключения токов в любых режимах
- В) Коммутационный аппарат, предназначенный для включения и отключения цепи в аварийных режимах
- С) Коммутационный аппарат, предназначенный для переключения электрических цепей
- Д) Контактный аппарат, предназначенный для реверсивного пуска двигателей
- Е) \*Контактный коммутационный аппарат, предназначенный для включения и отключения цепи без тока или с незначительным током

10 Конструктивно отсутствуют разъединители...

- А) Рубящего типа

- В) Подвешного типа
- С) Горизонтально - поворотного типа
- Д) Катящего типа
- Е) \*Вакуумного типа

11 Разъединителями не допускается выполнять следующие операции:

- А) Отключение и включение нейтралей трансформаторов в любых режимах
- В) Создание видимого разрыва в отключенной электрической цепи
- С) Отключение и включение зарядного тока шин
- Д) Отключение тока нагрузки до 15 А при напряжении до 10 кВ
- Е) \*Отключение тока короткого замыкания

12 Отделитель от разъединителя отличается:

- А) Габаритами
- В) Способом гашения дуги
- С) Плоскостью движения ножей
- Д) Контактной системой
- Е) \*Приводом

13 На токи до 1000 А нож разъединителя изготавливается из:

- А) Трех алюминиевых полос
- В) \*Двух медных полос
- С) Двух алюминиевых полос
- Д) Трех медных полос
- Е) Двух стальных полос

14 Недостатком разъединителей рубящего типа является:

- А) Сложный механизм управления
- В) Ненадежное включение и отключение при гололеде
- С) \*Большие габариты при отключенном положении ножа
- Д) Возможность самопроизвольных отключений
- Е) Рассчитан на малые токи

15 Разъединители по числу полюсов могут быть:

- А) \*Одно- и трехполюсные
- В) Одно- и двухполюсные
- С) Одно- и четырехполюсные
- Д) Двух- и трехполюсные
- Е) Трех- и четырехполюсные

16 Какой разъединитель наиболее экономичен при сооружении ОРУ 330-500 кВ?

- A) Рубящего типа
- B) \*Подвешенного типа**
- C) Горизонтально - поворотного типа
- D) Катящего типа
- E) Вакуумного типа

17 Разъединители горизонтально-поворотного типа выпускаются на напряжение:

- A) 1150 кВ
- B) 10-750 В
- C) \*10-750 кВ**
- D) До 1 В
- E) До 1 кВ

18 Для установки в комплектных экранированных токопроводах применяются:

- A) Рубящего типа
- B) Подвешенного типа
- C) Горизонтально - поворотного типа
- D) \*Катящего типа**
- E) Вакуумного типа

19 Сверхбыстродействующие коммутационные аппараты взрывного действия на большие номинальные токи для установок 6-30 кВ – это....:

- F) Выключатели высокого напряжения
- G) Предохранители с наполнителем
- H) Короткозамыкатели
- I) \*Ограничители ударного тока**
- J) Отделители

20 В предохранителях с разборными патронами типа ПР плавкие вставки могут быть выполнены из:

- A) Меди и цинка
- B) Меди и алюминия
- C) Серебра и алюминия
- D) Меди и серебра
- E) \*Цинка**

**Блок** Силовые трансформаторы

1 Система охлаждения трансформатора типа ТДН –

- A) Естественная циркуляция воздуха и масла
- B) \*Принудительная циркуляция воздуха и естественная циркуляция масла**
- C) Принудительная циркуляция воздуха и масла с ненаправленным потоком масла
- D) Принудительная циркуляция воды и масла с ненаправленным потоком масла
- E) Естественная циркуляция воздуха и принудительная циркуляция масла с ненаправленным потоком масла

2 Система охлаждения трансформатора типа ТМН –

- A) \*Естественная циркуляция воздуха и масла**
- B) Принудительная циркуляция воздуха и естественная циркуляция масла
- C) Принудительная циркуляция воздуха и масла с ненаправленным потоком масла
- D) Принудительная циркуляция воды и масла с ненаправленным потоком масла
- E) Естественная циркуляция воздуха и принудительная циркуляция масла с ненаправленным потоком масла

3 Система охлаждения трансформатора типа ТДЦН -

- A) Естественная циркуляция воздуха и масла
- B) Принудительная циркуляция воздуха и естественная циркуляция масла
- C) \*Принудительная циркуляция воздуха и масла с ненаправленным потоком масла**
- D) Принудительная циркуляция воды и масла с ненаправленным потоком масла
- E) Естественная циркуляция воздуха и принудительная циркуляция масла с ненаправленным потоком масла

4 Выбрать марку трехобмоточного трансформатора

- A) ТРДН
- B) ТДН
- C) \*ТДТН**
- D) ТДЦ
- E) ТРДНС

5 Определить исполнение трансформатора типа ТМЗ –

- A) Грозоупорное
- B) Модифицированный
- C) С литой изоляцией
- D) Не защищенное
- E) \*Защищенное

6 Система охлаждения трансформатора типа ТСЗ –

- A) Естественное воздушное охлаждение при открытом исполнении
- B) \*Естественное воздушное охлаждение при защищенном исполнении
- C) Естественное воздушное охлаждение при герметичном исполнении
- D) Естественное воздушное охлаждение с принудительной циркуляцией воздуха
- E) Естественное охлаждение негорючим жидким диэлектриком

7 Система охлаждения трансформатора типа ТС –

- A) \*Естественное воздушное охлаждение при открытом исполнении
- B) Естественное воздушное охлаждение при защищенном исполнении
- C) Естественное воздушное охлаждение при герметичном исполнении
- D) Естественное воздушное охлаждение с принудительной циркуляцией воздуха
- E) Естественное охлаждение негорючим жидким диэлектриком

8 Система охлаждения трансформатора типа ТСЗ –

- A) Естественное воздушное охлаждение при открытом исполнении
- B) \*Естественное воздушное охлаждение при защищенном исполнении
- C) Естественное воздушное охлаждение при герметичном исполнении
- D) Естественное воздушное охлаждение с принудительной циркуляцией воздуха
- E) Естественное охлаждение негорючим жидким диэлектриков

9 Выбрать двухобмоточный трансформатор с расщепленной обмоткой низкого напряжения с естественным воздушным охлаждением с принудительной циркуляцией масла:

- A) ТРДН
- B) ТДТН
- C) ТДЦ

- D) ТРДНС
- E) \*ТРДЦН

10 Определить исполнение трансформатора типа ТСЗГ –

- A) \*Грозоупорное
- B) Усовершенствованное
- C) С литой изоляцией
- D) Не защищенное
- E) Защищенное

11 Определить исполнение трансформатора типа ТСЗЛ –

- A) Грозоупорное
- B) Усовершенствованное
- C) \*С литой изоляцией
- D) Не защищенное
- E) Защищенное

12 Система охлаждения трансформатора типа ТСЗЛ –

- A) Естественное воздушное охлаждение при открытом исполнении
- B) \*Естественное воздушное охлаждение при защищенном исполнении
- C) Естественное воздушное охлаждение при герметичном исполнении
- D) Естественное воздушное охлаждение с принудительной циркуляцией воздуха
- E) Естественное охлаждение негорючим жидким диэлектриком

13 Определить тип трансформатора ТДТН и его систему охлаждения

- A) Двухобмоточный с расщепленной обмоткой, с принудительной циркуляцией воздуха и естественной циркуляцией масла
- B) \*Трехобмоточный с принудительной циркуляцией воздуха и естественной циркуляцией масла
- C) Двухобмоточный с расщепленной обмоткой, с естественной системой воздушного охлаждения с принудительной циркуляцией воздуха
- D) Двухобмоточный с расщепленной обмоткой, с естественной циркуляцией воздуха и принудительной циркуляцией масла с ненаправленным потоком масла
- E) Трехобмоточный с естественной циркуляцией воздуха и принудительной циркуляцией масла с ненаправленным потоком масла

14 Определить тип трансформатора ТРДН и его систему охлаждения

- A) \*Двухобмоточный с расщепленной обмоткой, с принудительной циркуляцией воздуха и естественной циркуляцией масла
- B) Трехобмоточный с принудительной циркуляцией воздуха и естественной циркуляцией масла
- C) Двухобмоточный с расщепленной обмоткой, с естественной системой воздушного охлаждения с принудительной циркуляцией воздуха
- D) Двухобмоточный с расщепленной обмоткой, с естественной циркуляцией воздуха и принудительной циркуляцией масла с ненаправленным потоком масла
- E) Трехобмоточный с естественной циркуляцией воздуха и принудительной циркуляцией масла с ненаправленным потоком масла

15 Чем существенно отличаются трансформаторы марок ТДН и ТДТН?

- A) Числом фаз
- B) \*Числом обмоток
- C) Системой охлаждения
- D) Наличием устройства РПН
- E) Номинальной мощностью

16 Назвать марку двухобмоточного трансформатора с расщеплением обмоток низшего напряжения

- A) ТДН
- B) ТДТН
- C) АДЦТН
- D) \*ТРДН
- E) ТМН

17 Выбрать марку трехобмоточного трансформатора

- A) ТДН
- B) \*ТДТН
- C) АДЦТН
- D) ТРДН
- E) ТМН

18 Дополнить шкалу номинальных мощностей силовых трансформаторов - 100, 160, 250, --- , 630, 1000, 1600, 2500кВА

- A) 300 кВА
- B) 320 кВА
- C) 350 кВА
- D) \*400 кВА
- E) 500 кВА

19 Отличительная особенность автотрансформатора от трансформатора:

- a) Выполняется на три напряжения
- b) Выполняется на два напряжения
- c) Электромагнитная связь обмоток
- d) \*Электрическая связь обмоток
- e) Разное назначение

20 Почему габариты автотрансформатора меньше габаритов трансформатора одной и той же мощности?

- a) Из-за коэффициента трансформации
- b) Из-за наличия обмотки низшего напряжения
- c) Из-за системы охлаждения
- d) Из-за количества обмоток
- e) \*Из-за конструкции магнитопровода

### Вопросы к экзамену

1 КЭС, ТЭЦ, Их особенности, структурные схемы, перспектива развития и роль в энергетике.

2 АЭС на тепловых и быстрых нейтронах. Их особенности, структурные схемы, перспектива развития и роль в энергетике.

3 ГЭС, Их особенности, структурные схемы, перспектива развития и роль в энергетике

4 Электростанции возобновляемой энергетики, Их особенности, структурные схемы, перспектива развития и роль в энергетике

5 Нагрев токоведущих частей в продолжительном режиме. Номинальный ток аппарата и проводника.

6 Нагрев токоведущих частей при КЗ и его расчет. Интеграл Джоуля.

7. Электрические контакты в электрических аппаратах и проводниках.

8 Проверка токоведущих частей и аппаратов по условию нагрева в продолжительном режиме

9 Расчет сил в шинах и электрических аппаратах при КЗ.

10 Электродинамическая стойкость токоведущих частей и аппаратов.

11 Конструкции и параметры воздушных линий. Конструкции изоляторов на ВЛ.

12 Конструкции и параметры силовых кабелей ниже и выше 1000 В.

- 13 Синхронные генераторы, статор, ротор: конструкции.
- 14 Синхронные генераторы, способы охлаждения статора и ротора.
- 15 Синхронные генераторы, устройства и схемы возбуждения.
- 16 Трансформаторы .Стандартные схемы и группы соединений. Основные параметры, режимы работы.
- 17 Трансформаторы , системы охлаждения. Обозначения.
- 18 Трансформаторы, нагрузочная способность, тепловой режим трансформатора.
- 19 Трансформаторы, конструкции выводов. Регулирование напряжения, ПБВ, РПН.
- 20 Трансформаторы с расщепленной обмоткой НН и реакторы. Принцип ограничения токов КЗ.
- 21 Особенности конструкции и режимов работы автотрансформаторов,
- 22 Дуга переменного тока, характеристики. Условия и способы гашения.
- 23 Типы высоковольтных выключателей. Принцип действия
- 24 Разъединители. Типы. Особенности конструкции.
- 25 Выключатели нагрузки. Назначение, основные типы и характеристики.
- 26 Назначение и режимы работы трансформатора тока
- 27 Назначение и режимы работы трансформатора напряжения
- 28 Главные электрические схемы станций и подстанций. Требования.
- 30 Конструкции распределительных устройств (РУ). Классификация РУ.
31. Одна и две системы сборных шин.
31. Схема две системы шин с обходной.
32. Схема «четырёхугольник», схема «2/3», «3/4».
33. Схема мостика, варианты схемы.
- 34 Требования к РУ, области применения закрытых и открытых РУ.
35. Графики нагрузки энергосистем и участие в них электростанций различных видов. Перспективы развития электростанций.

#### **Задачи**

- 1 - Определение перегрузочной способности трансформатора по графику нагрузки
- 2 Переключения в схеме «мостик» и «две системы шин с обходной» при выводе в ремонт их элементов (линий, трансформаторов, выключателей, разъединителей, трансформаторов тока, трансформаторов напряжения)!

#### **7.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков характеризующих этапы формирования компетенций**

Методические материалы по процедуре оценивания выполнены в соответствии с локальным нормативным актом университета Пл КубГАУ 2.5.1 «Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация обучающихся».

### **Описания процедуры оценивания:**

#### **Тестовые задания**

Оценка «отлично» выставляется при условии правильного ответа студента не менее чем на 85 % тестовых заданий.

Оценка «хорошо» выставляется при условии правильного ответа студента не менее чем на 70 % тестовых заданий.

Оценка «удовлетворительно» выставляется при условии правильного ответа студента не менее чем на 51 %.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется при условии правильного ответа студента менее чем на 50 % тестовых заданий.

#### **Критерии оценки на экзамене**

**Оценка «отлично»** выставляется обучающемуся, который обладает всесторонними, систематизированными и глубокими знаниями материала учебной программы, умеет свободно выполнять задания, предусмотренные учебной программой, усвоил основную и ознакомился с дополнительной литературой, рекомендованной учебной программой. Как правило, оценка «отлично» выставляется обучающемуся усвоившему взаимосвязь основных положений и понятий дисциплины в их значении для приобретаемой специальности, проявившему творческие способности в понимании, изложении и использовании учебного материала, правильно обосновывающему принятые решения, владеющему разносторонними навыками и приемами выполнения практических работ.

**Оценка «хорошо»** выставляется обучающемуся, обнаружившему полное знание материала учебной программы, успешно выполняющему предусмотренные учебной программой задания, усвоившему материал основной литературы, рекомендованной учебной программой. Как правило, оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, показавшему систематизированный характер знаний по дисциплине, способному к самостоятельному пополнению знаний в ходе дальнейшей учебной и профессиональной деятельности, правильно применяющему теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеющему необходимыми навыками и приемами выполнения практических работ.

**Оценка «удовлетворительно»** выставляется обучающемуся, который показал знание основного материала учебной программы в объеме, достаточном и необходимым для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справился с выполнением заданий, предусмотренных учебной программой, знаком с основной литературой, рекомендованной учебной

программой. Как правило, оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, допустившему погрешности в ответах на экзамене или выполнении экзаменационных заданий, но обладающему необходимыми знаниями под руководством преподавателя для устранения этих погрешностей, нарушающему последовательность в изложении учебного материала и испытывающему затруднения при выполнении практических работ.

**Оценка «неудовлетворительно»** выставляется обучающемуся, не знающему основной части материала учебной программы, допускающему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных учебной программой заданий, неуверенно с большими затруднениями выполняющему практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не может продолжить обучение или приступить к деятельности по специальности по окончании университета без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

**Оценки «зачтено» и «незачтено»** выставляются по дисциплинам, формой заключительного контроля которых является зачет. При этом оценка «зачтено» должна соответствовать параметрам любой из положительных оценок («отлично», «хорошо», «удовлетворительно»), а «незачтено» – параметрам оценки «неудовлетворительно».

## **8 Перечень основной и дополнительной учебной литературы**

### **Основная учебная литература**

1. В.А.Старшинов, Электрическая часть электростанций и подстанций: Учебное пособие для студ. по направлению «Электроэнергетика и электротехника» / В.А.Старшинов и др.. – М.: Изд.дом МЭИ., 2015. – 296 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://idmei.ru/view/20367>

2. Сташкевич, А. С. Электрические станции и подстанции : учебное пособие / А. С. Сташкевич. — Оренбург : ОГУ, 2018. — 108 с. — ISBN 978-5-7410-2223-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/159874>

3. Правила устройства электроустановок. Дата актуализации: 01.01.2019 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://meganorm.ru/Data2/1/4294853/4294853915.pdf>

4. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей [Электронный ресурс] / Электрон. текстовые данные. – М.: Издательский дом ЭНЕРГИЯ, 2013. – 332 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/22732.html>

5. Профессиональный стандарт 20.032 «Работник по обслуживанию оборудования подстанций электрических сетей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://fgosvo.ru/uploadfiles/profstandart/20.032.pdf>

### Дополнительная учебная литература

1. Кисель, Ю. Е. Электрические станции и подстанции : методические указания / Ю. Е. Кисель. — Брянск : Брянский ГАУ, 2019. — 95 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/171994>
  2. Прасол, Д. А. Электрические станции и подстанции: конспект лекций : учебное пособие / Д. А. Прасол. — Белгород : БГТУ им. В.Г. Шухова, 2021. — 114 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/177603>
- Немировский, А. Е. Электрооборудование электрических сетей, станций и подстанций : учебное пособие / А. Е. Немировский. — 2-е изд. — М. : Инфра-Инженерия, 2018. — 148 с. — ISBN 978-5-9729-0207-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: доступа: для авторизир. Пользователей

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

### Перечень ЭБС

№	Наименование ресурса	Тематика	Начало действия и срок действия договора	Наименование организации и номер договора
1	Znanium.com	Универсальная	17.07.2020 16.01.2021	Договор 4517 ЭБС от 03.07.20
2	Издательство «Лань»	Ветеринария Сельск. хоз-во Технология хранения и переработки пищевых продуктов	13.01.21 12.01.22	Контракт № 814 от 23.12.20 (с 2021 года отд. контракты на ветеринарию и технологию перераб.)
3	IPRbook	Универсальная	12.11.2020 11.05.2021	ООО «Ай Пи Эр Медиа» Лицензионный договор №7239/20 от 27.10.20

### Перечень Интернет сайтов:

1. Образовательный портал КубГАУ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://edu.kubsau.local>

2. Образовательный портал [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org>
3. Советы бывалого электрика. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.elka.ru>
4. Школа для электрика. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://electricalschool.info/relay>
5. Энциклопедии РЗА. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://wiki-rza.ru/index.php>

## **10 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

1. Сазыкин В.Г., Кудряков А.Г., Виртуальные лабораторные работы по электрооборудованию методические указания. Краснодар: КубГАУ. 2018. 68 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://kubsau.ru/upload/iblock/499/49942c9fca2a1c3a6e2f0341d71ec8f7.pdf>
2. Сазыкин В.Г., Кудряков А.Г., Электрическая часть станций и подстанций. Методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов всех форм обучения спец. 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника. Краснодар, КубГАУ, 2019. – 35 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://kubsau.ru/upload/iblock/577/577a9c845bfb628ff21352c161201d2c.pdf>

## **11 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, позволяют:

- обеспечить взаимодействие между участниками образовательного процесса, в том числе синхронное и (или) асинхронное взаимодействие посредством сети "Интернет";
- фиксировать ход образовательного процесса, результатов промежуточной аттестации по дисциплине и результатов освоения образовательной программы;
- организовать процесс образования путем визуализации изучаемой информации посредством использования презентаций, учебных фильмов;
- контролировать результаты обучения на основе компьютерного тестирования.

### **Перечень лицензионного ПО**

№	Наименование	Краткое описание
---	--------------	------------------

1	Microsoft Windows	Операционная система
2	Система тестирования ИНДИГО	Корпоративный ключ
3	AutoCAD	сетевая лицензия до версии 2012, Корпоративный ключ
4	MS Office Standart 2010	Корпоративный ключ № 5/2012 от 12.03.2012,
5	MS Office Standart 2013	Корпоративный ключ №17к-201403 от 25 марта 2014г.
6	Microsoft Visual Studio 2008-2015	по программе Microsoft Imagine Premium , Персональный ключ, б/н от 22.06.17.
7	MS Project Professional 2016	по программе Microsoft Imagine Premium, Персональный ключ, б/н от 22.06.17.
8	MS Visio 2007-2016	по программе Microsoft Imagine Premium, Персональный ключ, б/н от 22.06.17
9	MS Access 2010-2016	по программе Microsoft Imagine Premium, Персональный ключ, б/н от 22.06.17.
10	MS Windows XP, 7 pro	Корпоративный ключ №187 от 24.08.2011
11	Dr. Web	Серийный номер, б/н от 28.06.17
12	Photoshop CS6	Персональный ключ №954 от 18.01.2013
13	ABBYY FineReader 14	Сетевая лицензия, 208 от 27.07.17.
14	eAuthor CBT 3.3	ГМЛ-Л-15/01-699 от 16.01.15

Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№	Наименование	Тематика	Электронный адрес
1	Справочная система	Электрическая часть станций и подстанций	<a href="http://micom.by/p/Catalogi">http://micom.by/p/Catalogi</a>
2	Программные продукты	Онлайн расчеты уставок релейной защиты	<a href="http://www.online-electric.ru/rza/">http://www.online-electric.ru/rza/</a>
3	Базы данных по электроэнергетике	Электрические сети и электрооборудование	<a href="http://www.online-electric.ru/dbase.php">http://www.online-electric.ru/dbase.php</a> .

## 12 Материально-техническое обеспечение для обучения по дисциплине

№ п/п	Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе, помещений для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно-наглядных пособий и используемого программного обеспечения	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом ( в случае реализации образовательных программ в сетевой форме дополнительно указывается наименование организации, с которой заключен договор)
1	Помещение № 205 ЭЛ, посадочных мест – 28; площадь – 87,3м <sup>2</sup> ; Компьютерные столы 14 шт, Принтер HP LaserJet 1010 (1 шт.), Сканер Epson Perfection 4490 (1 шт.), Персональный компьютер (1 шт.), Принтер HP LaserJet P2055DN (1 шт.), Ноутбук (1 шт.), Телевизор SONY 46" KDL-46 (1 шт.). помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. технические средства обучения (принтер – 1 шт.; экран – 1 шт.; сетевое оборудование – 1 шт.; компьютер персональный – 14 шт.); доступ к сети «Интернет»; доступ в электронную информационно-образовательную среду университета; программное обеспечение: Windows, Office, система тестирования INDIGO,	г. Краснодар, ул. Калинина д. 13, здание учебного корпуса факультета энергетики
2	Помещение № 209 ЭЛ, посадочных мест – 28; площадь – 85,8м <sup>2</sup> ; учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. сплит-система – 1 шт.; технические средства обучения (принтер – 1 шт.; телевизор – 1 шт.); специализированная мебель (учебная доска, учебная мебель);	г. Краснодар, ул. Калинина д. 13, здание учебного корпуса факультета энергетики
3	Помещение № 4 ЭЛ, посадочных мест – 100; площадь – 129,5м <sup>2</sup> ; учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации: специализированная мебель(учебная доска, учебная мебель); технические средства обучения, наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий (ноутбук, проектор, экран); программное обеспечение: Windows, Office; специализированная мебель (учебная доска, учебная мебель);	г. Краснодар, ул. Калинина д. 13, здание учебного корпуса факультета энергетики