



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

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП

(подпись) Ю.М. Горбенко  
(Ф.И.О. рук. ОП)  
« 29 » апреля 2020 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Заведующий кафедрой  
Электроэнергетики и электротехники  
(название кафедры)

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

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Электрические аппараты

**Направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»**

Профиль «Энергетические системы и комплексы»

**Форма подготовки: очная**

курс  3  семестр  5   
лекции  36  час.  
практические занятия  36  час.  
лабораторные работы   час.  
в том числе с использованием МАО  лек.6 /пр. 10 /лаб  час.  
всего часов аудиторной нагрузки  72  час.  
в том числе с использованием МАО  16  час.  
самостоятельная работа  36  час.  
контрольные работы (0)  
курсовая работа   семестр/курс  
зачет  5  семестр  
экзамен   семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» (уровень бакалавриата), утвержденного приказом Министра науки и высшего образования Российской Федерации от 28 февраля 2018, № 144.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры Электроэнергетики и электротехники, протокол № 8 от «29» апреля 2020 г.

Заведующий кафедрой:  Н.В.Силин.   
Составитель (ли): ст. преподаватель Г.И. Бурлакова

Владивосток  
2020

**Оборотная сторона титульного листа РПУД**

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

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

Директор отделения \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

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

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

Директор отделения \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

## АННОТАЦИЯ

Дисциплина «Электрические аппараты» разработана для студентов, обучающихся по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», профиль " Энергетические системы и комплексы". Дисциплина «Электрические аппараты» относится к дисциплинам по выбору и входит в дисциплины учебного плана, формируемые участниками образовательных отношений (Б1.В.ДВ.08.01).

Общая трудоемкость составляет 3 зачетные единицы (108 часов). Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (36 часов), в том числе в интерактивной форме (6 часов), практические занятия (36 часов), в том числе в интерактивной форме (10 часов), самостоятельная работа студента (36 часов). Дисциплина реализуется в 5 семестре на 3 курсе. Форма контроля по дисциплине – зачет.

Дисциплина базируется на знаниях, полученных студентами при изучении дисциплин: «Математический анализ», «Физика», «Теоретические основы электротехники».

**Целью** изучения дисциплины «Электрические аппараты» является: изучение теории физических процессов, происходящих в электрических аппаратах; изучение конструкций электрических аппаратов низкого и высокого напряжения; получение знаний о работе электрических аппаратов в схемах электроснабжения промышленных предприятий, городов и сельского хозяйства.

### **Задачи дисциплины:**

- получение знаний о физических процессах, происходящих в электрических аппаратах;
- ознакомить с конструкциями электрических аппаратов высокого и низкого напряжения;

- получение знаний о работе электрических аппаратов в схемах электроснабжения промышленных предприятий, городов и сельского хозяйства;

- узнать основные принципы выбора электрических аппаратов для работы в электрических сетях.

Для успешного изучения дисциплины «Электрические аппараты» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- способность к самоорганизации и самообразованию;
- способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач;
- способность участвовать в планировании, подготовке и выполнении типовых экспериментальных исследований по заданной методике;
- готовность определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности.

В результате изучения данной дисциплины у студентов формируются следующие профессиональные компетенции (элементы компетенций):

Код и наименование профессиональной компетенции	Наименование показателя оценивания
ПК-7 - Способен к обоснованию необходимых действий по обеспечению требуемого уровня технического состояния и электротехнического оборудования и проведению профилактических мероприятий для предотвращения нарушений, аварий в работе тепло и электросилового оборудования	Умеет: - оперативно отслеживать, систематизировать и анализировать поступающую информацию, формировать целостное и детальное представление об оперативной ситуации; - прогнозировать возможные варианты развития ситуации и последствия принимаемых решений.
	Способен: - оперативно принимать решения, определять состав и последовательность необходимых действий оперативного персонала смены станции, подстанции, электросети; - контролировать процесс организации работ и выполнения распоряжений оперативным персоналом смены станции.
	Знает: - должностные и производственные инструкции оперативного персонала электростанции, электроподстанции, электросети; - конструктивные особенности и эксплуатационные характеристики энергетического оборудования.
	Использует:

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- территориальное расположение оборудования и технологических систем всех цехов (подразделений) электростанции, электроподстанции, особенности их эксплуатации в нормальных, ремонтных, аварийных и послеаварийных режимах;</li> <li>- технологические, электрические и другие схемы инженерных систем;</li> <li>- должностные и производственные инструкции оперативного персонала.</li> </ul>
--	--

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Электрические аппараты» применяются следующие методы активного обучения: «лекция-беседа», «групповая консультация».

## **I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА (36/6 ЧАС.)**

### **Тема 1. Классификация электрических аппаратов с использованием метода активного обучения «лекция-беседа» (4/1 часа)**

Классификация электрических аппаратов. Защита электрических аппаратов от влияния окружающей среды. Требования к электрическим аппаратам.

### **Тема 2. Теория нагрева и охлаждения аппаратов. Нагрев аппаратов в переходных режимах. (4/0,5 часа)**

Установившийся режим нагрева. Теплоотдача, теплоемкость, энергетическое уравнение Ньютона. Электротермическая стойкость электрических аппаратов. Нагрев аппаратов в переходном, кратковременном, повторно-кратковременном режимах. Постоянная времени нагрева.

### **Тема 3. Электродинамические усилия в электроаппаратах постоянного и переменного тока, с использованием метода активного обучения «лекция-беседа» (4/0,5 часа)**

Электродинамическая стойкость. Электродинамические усилия при постоянном токе. Электродинамические усилия при переменном токе в установившемся и в переходном режимах, усилия при трехфазном токе.

**Тема 4. Контакты электрических аппаратов с использованием метода активного обучения «лекция-беседа» (4/0,5 часа)**

Параметры электрических контактов. Режимы работы электрических контактов. Коррозия и эрозия электрических контактов. Материалы электрических контактов, металлокерамические контакты. Конструкции твердо-металлических контактов. Двухступенчатая система электрических контактов

**Тема 5. Основы теории горения и гашения электрической дуги. (4/1 часа)**

Характеристики электрической дуги. Электрическая дуга постоянного тока. Термоэмиссия, диффузия и рекомбинация в столбе электрической дуги. Статическая и динамическая вольтамперные характеристики электрической дуги. Условия стабильно работающей электрической дуги. Длинные и короткие электрические дуги.

**Тема 6. Горение и гашение электрической дуги переменного тока с использованием метода активного обучения «лекция-беседа» (4/0,5 часа).**

Электрическая дуга переменного тока. Отключение цепи с индуктивным сопротивлением. Отключение трехфазной сети. Способы гашения дуги. Выключатели высокого напряжения.

**Тема 7. Электромагниты. (4/1 часа)**

Магнитная система, законы Кирхгофа для магнитных цепей. Обмотки электромагнитов постоянного и переменного тока. Сила тяги электромагнитов постоянного и переменного тока. Энергетический баланс электромагнита.

**Тема 8. Динамика работы и время срабатывания электромагнитов. (4/0,5 часа)**

Уравнения баланса напряжений и энергетический баланс при работе электромагнита. Динамика работы и время срабатывания электромагнитов. Время трогания и время движения электромагнита, отпускание электромагнита.

## **Тема 9. Ускорение и замедление срабатывания электромагнитов (4/0,5 часа)**

Скорость срабатывания и отпускания электромагнитов. Постоянная времени срабатывания электромагнита. Схема форсировки электромагнита. Электромагниты замедленного действия.

## **II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА (36/10 ЧАС.)**

Лабораторные работы проводятся с целью закрепления знаний, полученных при изучении теоретической части курса.

**Лабораторная работа №1. Аппараты защиты и управления напряжением до 1000 В (4/1 часа).**

1. Автоматические воздушные выключатели (автоматы).
2. Предохранители напряжением до 1000В.
3. Предохранители напряжением выше 1000В.

**Лабораторная работа №2. Аппараты защиты и управления напряжением до 1000 В с использованием метода активного обучения «групповая консультация» (4/1 часа).**

1. Магнитные пускатели.
2. Контактторы.
3. Коммандоаппараты.

**Лабораторная работа №3. Приводы выключателей (4/1 часа).**

1. Электромагнитные приводы.
2. Пружинные приводы.
3. Пневматический привод.
4. Пневмогидравлический привод.
5. Конструкции приводов и работа в электрических схемах.
6. Достоинства и недостатки приводов.

**Лабораторная работа №4. Разъединители. (4/1 часа).**

1. Назначение и конструкция разъединителя.
2. Назначение и конструкция отделителей и короткозамыкателей.
3. Использование отделителей и короткозамыкателей.

**Лабораторная работа №5. Выключатели высокого напряжения (4/2 часа) с использованием метода активного обучения «групповая консультация».**

1. Конструкции и работа в электрических схемах масляных выключателей.
2. Конструкции и работа в электрических схемах воздушных выключателей.
3. Конструкция и работа элегазовых выключателей.

**Лабораторная работа №6. Выключатели высокого напряжения (4/1 часа) с использованием метода активного обучения «групповая консультация».**

1. Конструкция и работа электромагнитных выключателей.
2. Конструкция и работа выключателей нагрузки.
3. Конструкция и работа вакуумных выключателей.

**Лабораторная работа №7. Ограничивающие аппараты с использованием метода активного обучения «групповая консультация» (4/1 часа).**

1. Конструкции реакторов.
2. Трубчатые разрядники.
3. Вентильные разрядники.
4. Ограничители перенапряжения.

**Лабораторная работа №8. Измерительные трансформаторы (с использованием метода активного обучения «групповая консультация») (4/1 часа).**

1. Конструкции и назначение трансформаторов тока.
2. Конструкции и назначение трансформаторов напряжения.



3. Классы точности измерительных трансформаторов.

**Лабораторная работа №9. Применение электрических аппаратов в системах электроснабжения (с использованием метода активного обучения «групповая консультация») (4/1 часа).**

1. Изучение принципиальных электрических схем объектов электроснабжения с использованием электрических аппаратов.
2. Варианты использования электроаппаратов.
3. Обсуждение конструкций и типов электроаппаратов.

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

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Электрические аппараты» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

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

#### IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Термические и электродинамические усилия в электроаппаратах	ПК-7	Знает назначение, принцип действия, способы преобразования энергии, основные электрические и механические параметры электроэнергетического и электротехнических аппаратов; требования, предъявляемые к электроаппаратам в электроэнергетических объектах; схемах электроснабжения	Проверка конспектов (К)	Вопросы 1-5 Перечня экзаменационных вопросов
				Защита ЛР 1	Тестирование
				Контрольная работа	Вопросы 1, 4, контрольной работы
2	Электрические контакты	ПК-7	Знает особенности конструкций электрических контактов устройств разных типов;	Проверка конспектов (К)	Вопросы 6, 7, 15, 20 Перечня экзаменационных вопросов
				Защита ЛР 1, 2	Тестирование
				Контрольная работа	Вопросы контрольной работы 7, 10, 13, 14, 19, 25
3	Электрическая дуга. Способы гашения дуги	ПК-7	Знает требования, предъявляемые к электроаппаратам в схемах электроснабжения электроэнергетических объектов;	Проверка конспектов (К)	Вопросы 8, 16, 17, 18, 22, 32, 43, 50, 52, 53 Перечня экзаменационных вопросов
				Защита ЛР 1, 4, 5	Тестирование

			знает	Контрольная работа	Вопросы контрольной работы 2, 5, 8, 17, 20, 26, 27, 33
4	Электромагниты	ПК-7	Знает принципы работы электрических аппаратов, их характеристики; обозначения электрооборудования на схемах электроэнергетических объектов	Проверка конспектов (К)	Вопросы 10, 11, 12, 13, 14, 24, 31, Перечня экзаменационных вопросов
			умеет выбирать электрические аппараты для электроэнергетических объектов;	Защита ЛР 1, 4, 5	Тестирование
			Владеет методиками выбора электроаппаратов для различных действий в электроустановках.	Контрольная работа	Вопросы контрольной работы 3, 6, 15, 18, 21, 23, 28, 32, 34, 35
5	Ограничивающие аппараты	ПК-7	Знает принципы работы электрических аппаратов, их характеристики; обозначения электрооборудования на схемах электроэнергетических объектов;	Проверка конспектов (К)	Вопросы 9, 26, 28, 48, 49 Перечня экзаменационных вопросов
			умеет выбирать электрические аппараты для электроэнергетических объектов;	Защита ЛР 7	Тестирование
			способами определения исходных данных для выбора электроаппаратов и его параметров; методиками	Контрольная работа	Вопросы контрольной работы 1, 4, 11, 26, 30.

			выбора и проверки электроаппаратов на электроэнергетических объектах;		
6	Измерительные трансформаторы	ПК-7	Знает принципы работы электрических аппаратов, их характеристики; обозначения электрооборудования на схемах электроэнергетических объектов	Проверка конспектов (К)	Вопросы 9, 26, 28, 48, 49 Перечня экзаменационных вопросов
			Умеет выбирать электрические аппараты для электроэнергетических объектов;	Защита ЛР 8	Тестирование
			способами определения исходных данных для выбора электроаппаратов и его параметров; методиками выбора и проверки электроаппаратов на электроэнергетических объектах;	Контрольная работа	Вопросы 36, 37 контрольной работы
7	Применение электроаппаратов в схемах электроснабжения	ПК-7	Правила техники безопасности, пожарной безопасности, нормы охраны труда и производственной санитарии при работе с электроаппаратами;	Конференция	Участие в конференции
			Выбирать электроаппараты, обеспечивающие отключение	Подготовка реферата, доклада,	Реферат, доклад

			поврежденного участка сети;		
			Методами выбора электроаппаратов для обеспечения работоспособности электросети.	Итоговая контрольная работа	Вопросы 27, 33, 35, 37, 38,39, 40,41 42, 44, 47, 48, 49, 50, 52, 53, 54, 55, Перечня экзаменационных вопросов

## V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Основная литература

1. Электрические аппараты: учебное пособие для вузов / Холянова О. М., Холянов В. С., Винаковская Н. Г.; Дальневосточный федеральный университет.- Владивосток: Изд. дом Дальневосточного федерального университета , 2013.- 176 с. - Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:770656&theme=FEFU>

2. Кабышев А.В., Тарасов Е.В. Кабышев А.В. Низковольтные автоматические выключатели: Учебное пособие; Томский политехнический университет. - Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. - 346 с. - Режим доступа: <http://window.edu.ru/resource/263/75263>

3. Афонин В.В., Набатов К.А. Элегазовые выключатели распределительных устройств высокого напряжения: Учебное пособие. - Тамбов: Изд-во ТГТУ, 2009. - 96 с. - Режим доступа: <http://window.edu.ru/resource/240/68240>

### Дополнительная литература

1. Чунихин А.А. Электрические аппараты: Общий курс. Учебник для вузов. – 3 – е изд., перераб. и доп.- М.: Энергоатомиздат, 1988.- 719 с. - Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:381715&theme=FEFU>

2. В. А. Козлов, Н. И. Билик, Д. Л. Файбисивич. Справочник по проектированию систем электроснабжения городов.- Ленинград : Энергоатомиздат, 1986.- 255 с. - Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:412640&theme=FEFU>

3. Таев И.С. Электрические аппараты управления.- М.: Высшая школа, 1984. – 247 с. - Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:419476&theme=FEFU>

4. Холянова О. М. Электрические аппараты. Выключатели высокого напряжения: пособие к лабораторным работам. – Владивосток: Изд-во Дальневосточного технического университета, 2005.– 55 с. - Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:360516&theme=FEFU>

5. Холянова О. М. Электрические аппараты напряжением до 1000 В: методические указания к лабораторным работам. – Владивосток: Изд-во Дальневосточного технического университета, 2005.– 24 с. - Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:405557&theme=FEFU>

6. Холянова О. М. Электрические аппараты. Ограничивающие аппараты: методические указания к лабораторным работам. – Владивосток: Изд-во Дальневосточного технического университета, 2005.– 34 с. - Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:360517&theme=FEFU>

7. Зарандия Ж.А., Иванов Е.А., Печагин Е.А. Эксплуатация электрооборудования: Методические указания Тамбов: Изд-во ГОУ ВПО ТГТУ, 2011. - 44 с. - Режим доступа: <http://window.edu.ru/resource/469/76469>

8. Тельманова Е.Д. Электрические и электронные аппараты: учебное пособие / Е.Д. Тельманова; Рос. гос. проф.-пед. ун-т. - 2-е изд., перераб. и доп. - Екатеринбург: Изд-во ГОУ ВПО "Рос. гос. проф.-пед. ун-т", 2010. - 131 с. - Режим доступа: <http://window.edu.ru/resource/583/75583>

9. Апполонский С.М., Куклев Ю.В. Надежность и эффективность Электрических аппаратов. 1-е изд., 2011, 448 с. Для студентов ВТУЗов очной, заочной и очно-заочной форм обучения электротехнических специальностей. - Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=2034](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2034)

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

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

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

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

На изучение дисциплины «Электрические аппараты» отводится 72 часа аудиторных занятий и 36 часов самостоятельной работы.

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

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

**-лабораторные работы** проводятся на основе совмещения коллективного и индивидуального обучения. На лабораторных работах студенты изучают назначение, конструкции, схемы работы места установки электрических аппаратов. Преподаватель сообщает основные правила работы электроаппаратов. Преподаватель контролирует ход изучения электроаппаратов, отвечает на возникающие вопросы студентов, помогает выбрать верное оборудования. Последующая защита лабораторных работ (ЛР) развивает навыки доказательно обосновывать свою речь, развивает профессиональный язык, помогает лучше усвоить основные темы дисциплины.

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

Лекционные занятия и лабораторные работы по дисциплине «Электрические аппараты» проходят в аудитории, оборудованной аудио-визуальными средствами проектор Panasonic DLPProjectorPT-D2110XE, плазма LG FLATRON M4716CCBAM4716CJ. Для выполнения самостоятельной работы студенты в жилых корпусах ДВФУ обеспечены Wi-Fi. В аудитории для проведения лабораторных работ имеются аппараты: предохранители, автоматические выключатели, магнитные пускатели, контроллеры, высоковольтные вакуумные выключатели, электромагнитный привод, измерительный трансформатор напряжения.





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

---

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ  
САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ  
по дисциплине «Электрические аппараты»  
Направление подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»  
Профиль «Энергетические системы и комплексы»  
Форма подготовки: очная**

Владивосток  
2020

## План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п, тема работы	Дата/сроки выполнения	Вид СРС	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1. Термические и электродинамические усилия в электроаппаратах	1,2,3-я недели обучения	Конспект подготовка к устному опросу	3 недели	УО, К
2. Электрические контакты	4-я неделя обучения	Подготовка к устному опросу. Защита ЛР №2,3, 4,5	1 неделя	УО, Защита ЛР
3. Электрическая дуга. Способы гашения дуги	5,6, 7,8 недели обучения	Конспект Подготовка к устному опросу. Защита ЛР №2,3, 4,5, 6	4 недели	УО, К, Защита ЛР
4. Электромагниты	9-10 недели обучения	Конспект Подготовка к устному опросу. Защита ЛР №2,3, 4,5, 6	2 недели	УО, К, Защита ЛР
5. Ограничивающие аппараты	11-12 недели обучения	Защита ЛР № 7,8	2 недели	Защита ЛР
6. Измерительные трансформаторы	13-14 недели обучения	Защита ЛР №8	2 недели	Защита ЛР
7. Применение электроаппаратов в схемах электроснабжения	15-16 недели обучения	Подготовка сообщений, рефератов	2 недели	Дкл, Реферат
8. Подготовка к итоговой контрольной работе	17 неделя обучения	Подготовка к контрольной работе	1 неделя	КР
9. Тестирование	18 неделя обучения	Подготовка к тестированию	1 неделя	Тест

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

Самостоятельная работа студентов по дисциплине «Электроаппараты» это подготовка к проводимым лабораторным работам в течение всего семестра, подготовка к защите лабораторных работ, подготовка к итоговым контрольной работе, к тестированию, подготовка к экзамену. Для подготовки к лабораторным работам разработаны «Методические рекомендации к лабораторным работам по дисциплине «Электроаппараты»

1.<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:360516&theme=FEFU> Холянова О. М. Электрические аппараты. Выключатели высокого напряжения: пособие к лабораторным работам. – Владивосток: Изд-во Дальневосточного технического университета, 2005.– 55 с.

2.<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:405557&theme=FEFU> Холянова О. М. Электрические аппараты напряжением до 1000 В: методические указания к лабораторным работам. – Владивосток: Изд-во Дальневосточного технического университета, 2005.– 24 с.

3.<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:360517&theme=FEFU> Холянова О. М. Электрические аппараты. Ограничивающие аппараты: методические указания к лабораторным работам. – Владивосток: Изд-во Дальневосточного технического университета, 2005.– 34 с.

### **Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы**

В процессе подготовки к лабораторным работам студент изучает изучаемую тему, а в процессе подготовки к защите лабораторной работы студент готовит письменный отчет о выполненной работе, содержащий пояснительную записку с чертежами и графиками, описывающих назначение и конструкцию электроаппаратов.

Изложение в пояснительной записке должно быть сжатым, ясным и сопровождаться формулами, цифровыми данными, схемами.

### **Критерии оценки выполнения отчета по лабораторным работам**

✓ 10-9 баллов выставляется студенту, если студент описал все требуемое в отчете. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет; графически работа оформлена правильно. При защите студент отвечает на все вопросы преподавателя.

✓ 8-7 - баллов – работа выполнена полностью; допущено не более одной-двух ошибок в оформлении работы. При защите студент отвечает на все вопросы преподавателя.

✓ 7-6 балл – работа выполнена полностью. Допущено не более 2 ошибок при оформлении работы. При защите студент не отвечает на 1-2 вопроса преподавателя.

✓ 6-5 баллов - Работа выполнена. Допущено три или более трех ошибок в оформлении работы. При защите студент не отвечает на 2-3 вопроса преподавателя.



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

---

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
**по дисциплине «Электрические аппараты»**  
**Направление подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»**  
**Профиль «Энергетические системы и комплексы»**  
**Форма подготовки: очная**

**Владивосток**  
**2020**

## Паспорт ФОС

Код и наименование профессиональной компетенции	Наименование показателя оценивания
<p>ПК-7 - Способен к обоснованию необходимых действий по обеспечению требуемого уровня технического состояния теплотехнического и электротехнического оборудования и проведению профилактических мероприятий для предотвращения нарушений, аварий в работе тепло и электросилового оборудования</p>	<p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- оперативно отслеживать, систематизировать и анализировать поступающую информацию, формировать целостное и детальное представление об оперативной ситуации;</li> <li>- прогнозировать возможные варианты развития ситуации и последствия принимаемых решений.</li> </ul>
	<p>Способен:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- оперативно принимать решения, определять состав и последовательность необходимых действий оперативного персонала смены станции, подстанции, электросети;</li> <li>- контролировать процесс организации работ и выполнения распоряжений оперативным персоналом смены станции.</li> </ul>
	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- должностные и производственные инструкции оперативного персонала электростанции, электроподстанции, электросети;</li> <li>- конструктивные особенности и эксплуатационные характеристики энергетического оборудования.</li> </ul>
	<p>Использует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- территориальное расположение оборудования и технологических систем всех цехов (подразделений) электростанции, электроподстанции, особенности их эксплуатации в нормальных, ремонтных, аварийных и послеаварийных режимах;</li> <li>- технологические, электрические и другие схемы инженерных систем;</li> <li>- должностные и производственные инструкции оперативного персонала.</li> </ul>

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства	
				наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Термические и электродинамические усилия в электроаппаратах	ПК-7	Знает назначение, принцип действия, способы преобразования энергии, основные электрические и механические параметры электроэнергетического и электротехнических аппаратов; требования, предъявляемые к электроаппаратам в электроэнергетических объектах; схемах электроснабжения	Проверка конспектов (К)	Вопросы 1-5 Перечня экзаменационных вопросов
				Защита ЛР 1	Тестирование
				Контрольная работа	Вопросы 1, 4, контрольной работы
2	Электрические контакты	ПК-7	Знает особенности конструкций электрических контактов устройств разных типов;	Проверка конспектов (К)	Вопросы 6, 7, 15, 20 Перечня экзаменационных вопросов
				Защита ЛР 1, 2	Тестирование
				Контрольная работа	Вопросы контрольной работы 7, 10, 13, 14, 19, 25
3	Электрическая дуга. Способы гашения дуги	ПК-7	Знает требования, предъявляемые к электроаппаратам в схемах электроснабжения электроэнергетических объектов;	Проверка конспектов (К)	Вопросы 8, 16, 17, 18, 22, 32, 43, 50, 52, 53 Перечня экзаменационных вопросов
				Защита ЛР 1, 4, 5	Тестирование

			знает	Контрольная работа	Вопросы контрольной работы 2, 5, 8, 17, 20, 26, 27, 33
4	Электромагниты	ПК-7	Знает принципы работы электрических аппаратов, их характеристики; обозначения электрооборудования на схемах электроэнергетических объектов	Проверка конспектов (К)	Вопросы 10, 11, 12, 13, 14, 24, 31, Перечня экзаменационных вопросов
			умеет выбирать электрические аппараты для электроэнергетических объектов;	Защита ЛР 1, 4, 5	Тестирование
			Владеет методиками выбора электроаппаратов для различных действий в электроустановках.	Контрольная работа	Вопросы контрольной работы 3, 6, 15, 18, 21, 23, 28, 32, 34, 35
5	Ограничивающие аппараты	ПК-7	Знает принципы работы электрических аппаратов, их характеристики; обозначения электрооборудования на схемах электроэнергетических объектов;	Проверка конспектов (К)	Вопросы 9, 26, 28, 48, 49 Перечня экзаменационных вопросов
			умеет выбирать электрические аппараты для электроэнергетических объектов;	Защита ЛР 7	Тестирование
			способами определения исходных данных для выбора электроаппаратов и его параметров; методиками	Контрольная работа	Вопросы контрольной работы 1, 4, 11, 26, 30.



			выбора и проверки электроаппаратов на электроэнергетических объектах;		
6	Измерительные трансформаторы	ПК-7	Знает принципы работы электрических аппаратов, их характеристики; обозначения электрооборудования на схемах электроэнергетических объектов	Проверка конспектов (К)	Вопросы 9, 26, 28, 48, 49 Перечня экзаменационных вопросов
			Умеет выбирать электрические аппараты для электроэнергетических объектов;	Защита ЛР 8	Тестирование
			способами определения исходных данных для выбора электроаппаратов и его параметров; методиками выбора и проверки электроаппаратов на электроэнергетических объектах;	Контрольная работа	Вопросы 36, 37 контрольной работы
7	Применение электроаппаратов в схемах электроснабжения	ПК-7	Правила техники безопасности, пожарной безопасности, нормы охраны труда и производственной санитарии при работе с электроаппаратами;	Конференция	Участие в конференции
			Выбирать электроаппараты, обеспечивающие отключение	Подготовка реферата, доклада,	Реферат, доклад

			поврежденного участка сети;		
			Методами выбора электроаппаратов для обеспечения работоспособности электросети.	Итоговая контрольная работа	Вопросы 27, 33, 35, 37, 38,39, 40,41 42, 44, 47, 48, 49, 50, 52, 53, 54, 55, Перечня экзаменационных вопросов

### Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели
ПК-7 - Способен обосновать необходимые действия по обеспечению требуемого уровня технического состояния теплотехнического и электротехнического оборудования и проведению профилактических мероприятий для предотвращения нарушений, аварий в работе тепло и электросилового оборудования	<b>знает</b> (пороговый уровень)	особенности конструкций распределительных устройств разных типов; назначение, принцип действия, способы преобразования энергии, основные электрические и механические параметры электроэнергетического и электротехнического оборудования; принципы работы электроэнергетических установок, их характеристики; обозначения электрооборудования на схемах электроэнергетических объектов;	Знание типов аппаратов, назначение, принципы действия, основные параметры и характеристики электротехнического оборудования; обозначения аппаратов на схемах электроэнергетических объектов	- Способность оценить необходимость установки определенного электроаппарата; - способность оценить параметры и характеристики аппаратов в соответствующих схемах;
	<b>умеет</b> (продвинутый)	выбирать электрические аппараты для электроэнергетических объектов;	Умение выбирать электроаппараты в соответствии параметрами и характеристиками схем энергообъектов	- Способность оценить характеристики работы электроаппаратов в эксплуатируемой схеме электроснабжения; - способность прочитать схему энергообъектов с установленными аппаратами.
	<b>владеет</b> (высокий)	способами определения исходных данных для выбора электроаппаратов и его параметров;	Владеет методами выбора необходимых аппаратов. Владеет навыками	Способность осуществлять анализ параметров и характеристик аппаратов, в зависимости от эксплуатации схемы

	методиками выбора и проверки электроаппаратов на электроэнергетических объектах;	определения достаточности выбора конкретных аппаратов в определенных электроэнергетических объектах	электроснабжения; Способность оценить достаточность характеристик применяемых аппаратов в эксплуатируемой схеме.
<b>знает</b> (пороговый уровень)	требования, предъявляемые к электроаппаратам в схемах электроснабжения электроэнергетических объектов;	Знание характеристик выбираемых электроаппаратов	Способность дать определения принципов действия применяемых аппаратов; Способность выбрать электроаппараты соответствующих типов
<b>умеет</b> (продвинутый )	Выбирать режимы работы электроаппаратов для работы в схемах электроснабжения;	Умение оценить режимы работы энергообъектов необходимого для выбора электроаппаратов	Способность оценить работу выбранных аппаратов в соответствующих режимах работы энергообъектов;
<b>владеет</b> (высокий)	Методиками выбора электроаппаратов для различных действий в электроустановках.	Владение методами определения для определения потребности и достаточности выбора аппаратов	Способность провести анализ работы электроаппаратов в представляемых схемах работы энергообъектов для выявления необходимости и достаточности выбранного оборудования
<b>знает</b> (пороговый уровень)	Применение электроаппаратов, в целях электробезопасности в схемах электроснабжения	Знание электроаппаратов, используемых в целях электробезопасности	Способность оценить электроаппарат по обеспечению электробезопасности и охраны труда
<b>умеет</b> (продвинутый )	Правильно применять различные типы электроаппаратов, обеспечивающих электробезопасность в схемах электроснабжения	Умение обеспечить охрану труда при эксплуатации электроаппаратов	Способность эксплуатировать электроаппараты с учетом требований охраны труда и промышленной санитарии
<b>владеет</b> (высокий)	Владение способами использования электроаппаратов в целях охраны труда и электробезопасности в схемах электроснабжения	Владеет приемами эксплуатации электроаппаратов, обеспечивающих требование электробезопасности и охраны труда	Способность выбрать для эксплуатации электроаппараты, соответствующие требованиям электробезопасности и охраны труда

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

Текущая аттестация студентов. Текущая аттестация студентов по дисциплине «Электрические аппараты» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине «Электрические аппараты» проводится в форме контрольных мероприятий (устного опроса, проверки конспектов, защиты лабораторных работ, выполнения контрольной работы, тестирования) по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

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

Каждому объекту оценивания присваивается конкретный балл. Составляется календарный план контрольных мероприятий по дисциплине и внесения данных в АРС. По окончании семестра студент набирает определенное количество баллов, которые переводятся в пятибалльную систему оценки.

#### **Примерный перечень вопросов для итоговой контрольной работы:**

1. Понятие термической стойкости. От чего зависит, что влияет на термическую стойкость аппарата.
2. Какую дугу легче погасить: постоянного или переменного тока?  
Почему?
3. Сила тяги электромагнита на постоянном токе, на переменном токе.
4. Понятие электродинамической стойкости. От чего зависит, что влияет на электродинамическую стойкость.
5. Способ гашения дуги сжатым воздухом.

6. Методы устранения вибрации якоря электромагнита однофазного переменного тока.

7. Факторы, влияющие на износостойкость контактов.

8. Привести семейство статических вольт-амперных характеристик дуги постоянного тока. Факторы, влияющие на уровень ВАХ.

9. Элегаз: свойства, использование, недостатки.

10. Конструктивные и технологические факторы, повышающие износостойкость контактов.

11. Отключение цепей при наличии шунтов.

12. Ускорение срабатывания электромагнита.

13. Требования, предъявляемые к материалу контактов.

Металлокерамические материалы.

14. Физические процессы, происходящие в межконтактном промежутке, при замыкании коммутирующих контактов.

15. Замедление срабатывания и отпускания электромагнитов.

16. Процессы, происходящие в межконтактном промежутке, при размыкании коммутирующих контактов.

17. Способы гашения дуги, используемые в масляных выключателях.

18. Эффект электромагнитной форсировки в электромагнитах переменного тока.

19. Что такое коррозия и эрозия контактов. Способы борьбы с износом контактов.

20. Дугогасительная решетка. Что это?

21. Методы устранения вибрации якоря электромагнита одно и двухфазного переменного тока.

22. Гашение дуги с использованием электромагнитного дутья.

23. Вибрация якоря электромагнита переменного тока и способы его устранения.

24. Факторы, влияющие на износостойкость контактов.

25. Гашение дуги в ЭА до 1 кВ в щелевом дугогасительном устройстве.

26. Способы гашения дуги, используемые в предохранителях.
27. Сила тяги электромагнита на постоянном токе, на переменном токе.
28. Вибрация якоря электромагнита переменного тока и способы его устранения.
29. Конструктивные и технологические факторы, повышающие износостойкость контактов.
30. Гашение дуги вакуумной среде.
31. Отличие электромагнитов постоянного и переменного тока.
32. Гашение дуги с использованием дугогасительной решетки.
33. Ускорение срабатывания электромагнита.
34. Схема форсировки электромагнита.
35. Схема включения трансформатора тока.
36. Схема включения трансформатора напряжения

**Промежуточная аттестация студентов.** Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Электрические аппараты» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Согласно учебному плану ОС ВО ДВФУ видом промежуточной аттестации по дисциплине «Электрические аппараты» предусмотрен экзамен, который проводится в устной форме.

В экзаменационном билете представлено два вопроса, один - по теоретическими понятиями, второй – о конструкциях электроаппаратов..

# ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## Перечень типовых экзаменационных вопросов

1. Потери мощности в проводнике на постоянном и переменном токах.
2. Нагрев аппаратов в переходных режимах. Физический смысл постоянной времени  $T$ . Термическая стойкость аппарата.
3. Отвод тепла от нагретых тел. Привести примеры охлаждения электрических аппаратов.
4. Динамические усилия между двумя проводниками, в витке и катушке. Динамическая стойкость аппарата.
5. Динамические усилия в однофазной и трёхфазной цепях переменного тока. Динамическая стойкость аппарата.
6. Вибрация контактов при замыкании и методы борьбы с ней. Возможность сваривания контактов.
7. Износ контактов. Мера износа. Повышение износостойкости контактов.
8. Способы гашения электрической дуги в различных аппаратах.
9. Коммутационные перенапряжения. Способы ограничения перенапряжений в различных аппаратах.
10. Магнитная цепь электромагнита. Сила тяги электромагнита на постоянном токе.
11. Автоматическая форсировка электромагнита на переменном токе. Сила тяги электромагнита на переменном токе.
12. Сравнительная характеристика электромагнитов на постоянном и переменном токе.
13. Динамическая характеристика электромагнита. Ускорение и замедление срабатывания и отпускания электромагнитов.  $T$  и  $T_1$  в динамической характеристике.

14. Вибрация якоря электромагнита на переменном токе и способы ее устранения.

15. Износ контактов механический и электрический; при замыкании и размыкании контактов. Что такое металлокерамика.

16. Физические процессы, способствующие загоранию и гашению электрической дуги.

17. Гашение дуги на постоянном и переменном токе.

18. Условия загорания, стабильного горения и гашения электрической дуги. Перенапряжение.

19. Динамические усилия в проводнике переменного сечения, катушке, контактных соединениях. Динамическая стойкость аппарата.

20. Расцепители автоматических выключателей (автоматов). Конструкция и назначение расцепителей в автоматах различных серий.

21. Способы гашения дуги в автоматах постоянного и переменного тока.

22. Назначение предохранителей. Способы гашения дуги в предохранителях.

23. Конструкция и материал плавких вставок в различных предохранителях.

24. Назначение электромагнитов в электрических аппаратах различных серий.

25. Назначение магнитных пускателей. Виды выполняемых защит в схемах запуска и управления двигателей.

26. Токоограничивающие аппараты (предохранители, автоматы). За счет чего в них возможен этот эффект.

27. Селективность. Электрические аппараты, выполняющие селективную защиту.

28. Защита потребителей электроэнергии в режимах перегрузки и токов к.з.

29. Снижение коммутационных перенапряжений в предохранителях.

30. Снижение коммутационных перенапряжений в автоматах.



31. Назначение короткозамкнутых витков в магнитных пускателях.
32. Способы гашения дуги в рубильнике, фибровом предохранителе.
33. Почему предохранители серии ПН-2, НПН-2, ПП –32 имеют высокую отключающую способность.
34. Конструкция и материал контактов в автоматах и пускателях.
35. Полупроводниковые расцепители в современных автоматах.
36. Защитная характеристика предохранителей, автоматов, что влияет на защитную характеристику.
37. Назначение и конструкция разъединителей. Блокировка разъединителей с выключателями.
38. Назначение короткозамыкателя и отделителя. Использование этих аппаратов в схемах подстанций.
39. Конструктивные особенности приводов к выключателям.
40. Классификация выключателей по среде гашения дуги.
41. Какие выключатели можно использовать на напряжение 10 кВ. Их достоинства и недостатки.
42. Какие выключатели используют на напряжение 220 кВ. Их достоинства и недостатки.
43. Способы гашения дуги в масляных выключателях.
44. АПВ, АВР выключателей высокого напряжения. Привести схемы подстанций, обеспечивающих надёжное электроснабжение потребителей.
45. Конструкции и материал контактов высоковольтных аппаратов.
46. Назначение, конструкции и схемы включения трансформаторов тока.
47. Назначение, конструкции и схемы включения трансформаторов напряжения.
48. Назначение и конструкции реакторов.
49. Назначение и конструкции разрядников, ОПН.
50. Воздушные выключатели. Их достоинства и недостатки.
51. Способы гашения дуги в вакуумных и электромагнитных выключателях.

52. Элегазовые выключатели. Их достоинства и перспективы использования в схемах электроснабжения.

53. Высоковольтные предохранители. Конструкции и способы гашения дуги.

54. Классификация высоковольтных аппаратов по назначению и их краткая характеристика.

55. Выключатели, используемые на напряжение 330 кВ и выше.

**Критерии выставления оценки студенту на экзамене  
по дисциплине «Электрические аппараты»:**

<b>Баллы (рейтинго- вой оценки)</b>	<b>Оценка экзамена</b>	<b>Требования к сформированным компетенциям</b>
<b>100 - 86</b>	<b>«отлично»</b>	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил теоретические знания, предъявляемые к электрическим аппаратам, умеет оценить полученные знания к конструкциям электрическим аппаратам.
<b>85 - 76</b>	<b>«хорошо»</b>	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо усвоил теоретический материал по основам электроаппаратов, способен правильно выбрать нужный электроаппарат. При этом студент может испытывать трудности применения некоторых элементов конструкции аппаратов
<b>75 - 61</b>	<b>«удовлетворительно»</b>	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет поверхностные знания только основного материала, но не усвоил конструктивные особенности электроаппаратов, допускает неточности, испытывает затруднения при описании конструкций аппаратов.
<b>60 и менее</b>	<b>«неудовлетворительно»</b>	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки в определениях, с большими затруднениями выполняет выбор электроаппаратов. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

## **ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ**

### **Критерии оценки ЛР:**

✓ 10-9 баллов выставляется студенту, если студент выполнил все пункты расчётно-графического задания. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет; графически работа оформлена правильно. При защите студент отвечает на все вопросы преподавателя.

✓ 8-7 - баллов – работа выполнена полностью; допущено не более 1 ошибки при выборе и проверке оборудования или одна-две ошибки в оформлении работы. При защите студент отвечает на все вопросы преподавателя.

✓ 7-6 балл – работа выполнена полностью. Допущено не более 2 ошибок в расчётах РГР или оформлении работы. При защите студент не отвечает на 1-2 вопроса преподавателя.

✓ 6-5 баллов - Работа выполнена. Допущено три или более трех ошибок в расчётах, в оформлении работы. При защите студент не отвечает на 2-3 вопроса преподавателя.

### **Критерии оценки**

#### **промежуточного тестирования**

Цель тестов и вопросов – определение уровня усвоения студентами знаний по дисциплине «Электрические аппараты» в соответствии с учебной программой в процессе промежуточных и итоговой аттестаций.

Тесты и вопросы предназначены для бакалавров третьего курса по направлению подготовки 13.02.03 Электроэнергетика и электротехника, профиль «Электроснабжение», изучающих дисциплину «Электрические аппараты».

В соответствии с учебными рабочими программами тесты и вопросы соответствуют всем изучаемым разделам дисциплины:

Каждый раздел содержит несколько вопросов. К каждому вопросу прилагается по четыре-пять ответов, один из которых правильный.

Для контроля знаний на экзамене студент отвечает на билет из 10 вопросов по всем разделам. Билеты из вопросов формирует лектор потока из всех Набор вопросов и тестов в билетах может изменяться преподавателем.

На ответ вопросов пакета по всем разделам отводится 30 мин. Количество баллов соответствует количеству правильных ответов.

### **Тесты для текущего контроля**

#### **1. Классификация электрических аппаратов по назначению**

1.1. Трансформаторы, электрические аппараты, линии электропередачи.

1.2. Трансформаторы, генераторы, приборы учета.

1.3. Генераторы электрические аппараты, измерительные аппараты, повышающие аппараты.

1.4. Коммутационные, ограничивающие, измерительные, защитные аппараты.

#### **2. Рассматриваемые в ЭА режимы работы электрических аппаратов**

2.1. Длительный, короткого замыкания.

2.2. Длительный, кратковременный, повторно-кратковременный.

2.3. Длительный, нормальный, аварийный.

2.4. Длительный, кратковременный, повторно-кратковременный, короткого замыкания.

#### **3. Что такое термическая стойкость аппарата**

3.1. Стойкость к нагреву токами нормального режима

3.2. Стойкость к нагреву в переходных режимах

3.3. Стойкость к нагреву токами короткого замыкания

3.4. Стойкость к нагреву токами кратковременного режима

#### **4. Из-за какого эффекта в высокочастотных и высоковольтных установках провода выполняют полыми.**

4.1. Из-за эффекта близости.

4.2. Из-за поверхностного эффекта

4.3. Из-за эффекта перемагничивания.

4.4. Из-за взаимодействия проводников с током.

**5. Почему в длинных линиях выполняют транспозицию проводов.**

5.1. Для снижения активного сопротивления проводов.

5.2. Для снижения потерь мощности и энергии.

5.3. Для выравнивания сопротивления по фазам.

5.4. Для снижения индуктивного сопротивления проводов.

**6. От чего в большей мере зависит износостойкость контактов.**

6.1. От материала и конструкции контактов, мощности дуги

6.2. От способа гашения дуги

6.3. От наличия или отсутствия вибрации контактов

6.4. От «провала» контактов.

**7. Что такое металлокерамика**

7.1. Сплав металла и керамики

7.2. Псевдосплав, получаемый на основе порошковой металлургии

7.3. Соединение металла и керамики

7.4. Спекание металла и керамики.

**8. Что такое эрозия контактов**

8.1. Химический износ контактов.

8.2. Износ, связанный с горением дуги.

8.3. Физический износ контактов .

8.4. Окисление контактной поверхности.

**9. Когда возникают коммутационные перенапряжения в аппаратах**

9.1. Во время горения дуги

9.2. При токах короткого замыкания

9.3. В момент гашения дуги.

9.4. При загорании дуги.

**10. Динамическая стойкость аппарата.**

10.1. Стойкость к воздействиям ЭДУ при номинальных токах

10.2. Стойкость к воздействиям ЭДУ при токах короткого замыкания.

10.3. Стойкость к воздействиям ЭДУ в нормальном режиме работы

10.4. Стойкость к воздействиям ЭДУ при пиковых нагрузках.

### **11. Ограничение перенапряжений в предохранителях**

11.1. Плавкая вставка имеет несколько узких перешейков.

11.2. Плавкая вставка выполнена в виде нескольких параллельных ленточек

11.3. На плавкой вставке есть оловянный шарик

11.4. Плавкая вставка покрыта серебром

### **12. Зачем плавкую вставку покрывают серебром.**

12.1. Для стабилизации защитной характеристики.

12.2. Для снижения перенапряжения

12.3. Для снижения температуры плавления

12.4. Для лучшего горения дуги

### **13. Что такое металлургический эффект**

13.1. Снижение перенапряжения

13.2. Снижение температуры плавления плавкой вставки

13.3. Снижение времени горения дуги

13.4. Для лучшего горения дуги.

**14. Какие процессы должны преобладать при загорании электрической дуги**

14.1. Термоэлектронная эмиссия, рекомбинация.

14.2. Автоэлектронная эмиссия, рекомбинация, диффузия.

14.3. Термоэлектронная и автоэлектронная эмиссии, термическая и толчковая ионизация.

14.4. Термическая ионизация, ударная ионизация, диффузия

**15. Условия гашения электрической дуги в межконтактном промежутке.**

15.1. Преобладание процессов ионизации.

- 15.2. Преобладание процессов деионизации
- 15.3. Баланс процессов ионизации и деионизации
- 15.4. Преобладание толчковой ионизации.
- 16. Какие процессы должны преобладать при гашении дуги.**

**Найти неправильный ответ.**

- 16.1. Рекомбинация
- 16.2. Диффузия
- 16.3. Термическая ионизация

**17. Что входит в элементы магнитной цепи.**

- 17.1. Стержни, ярмо, якорь, рабочий зазор
- 17.2. Стержни, ярмо, якорь, рабочий зазор, катушка
- 17.3. Катушка, стержни, ярмо, якорь
- 17.4. Катушка, контакты, стержни, якорь.

**18. Законы, используемые при расчете магнитной цепи**

- 18.1. Закон Ома
- 18.2. Теорема Пифагора
- 18.3. Закон Джоуля –Ленца
- 18.4. Законы Кирхгофа

**19. Почему «шихтуют» магнитопровод в электромагнитах**

**переменного тока.**

- 19.1. Для увеличения силы тяги
- 19.2. Для уменьшения вибрации якоря
- 19.3. Для уменьшения токов Фуко и потерь на перемагничивание
- 19.4. Для увеличения рабочего зазора

**20. Назначение предохранителей в электрических сетях**

- 20.1. Для защиты оборудования при перенапряжении
- 20.2. Для защиты в режимах к.з. и тепловых перегрузок
- 20.3. Для защиты в режимах к.з., тепловых перегрузок и перенапряжения
- 20.4. Для максимальной токовой защиты

**21. Какие предохранители выполнены с наполнителем**

- 21.1. НПН-2, ПН-2, ПР-2, ПКТ
- 21.2. НПН-2, ПН-2, ПКТ, ПП-56
- 21.3. НПН-2, ПН-2, ПР-2, ПРС
- 21.4. НПН-2, ПН-2, ПР-2, ПКТ, ПСН

**22. Какие функции не выполняет песок в насыпном предохранителе.**

- 22.1. Делит дугу на короткие дуги
- 22.2. Участвует в передаче тепла от дуги в окружающую среду
- 22.3. Увеличивает длину дуги
- 22.4. Увеличивает давление среды в патроне.

**23. Назначение автоматического выключателя в схемах электроснабжения**

- 23.1. Нечастые коммутации
- 23.2. Защита в режимах к.з.
- 23.3. Защита в режимах тепловой перегрузки и снижения напряжения

в питающей сети

- 23.4. Защита в режимах тепловой перегрузки и в режиме к.з.

**24. Назначение магнитного пускателя**

- 24.1. Запуск асинхронного двигателя
- 24.2. Управление и защита асинхронного двигателя с

короткозамкнутым ротором

- 24.3. Регулирование скорости вращения двигателя
- 24.4. Запуск синхронного двигателя

**25. Классификация выключателей высокого напряжения по среде гашения дуги.**

- 25.1. Масляные, воздушные, вакуумные, элегазовые
- 25.2. Масляные, насыпные, вакуумные, элегазовые
- 25.3. Масляные, воздушные, вакуумные, элегазовые, фибровые
- 25.4. Масляные, воздушные, вакуумные, тепловые, элегазовые



**26. Какой серии выпускаются в РФ масляные выключатели**

- 26.1. МГГ, ВМП
- 26.2. ВМПЭ, У-110, МГГ, ВМТ
- 26.3. У-220, МГГ, ВМПЭ-10
- 26.4. ВМТ-110, ВМТ-220, ВМТ-330

**27. На какие напряжения выпускают в РФ элегазовые выключатели**

- 27.1. 10кВ, 35кВ, 110кВ, 220кВ.
- 27.2. 35кВ, 110кВ, 220кВ, 330 кВ
- 27.3. 35кВ, 110кВ, 220кВ, 330кВ, 500кВ, 750 кВ.
- 27.4. 110кВ, 220, 330кВ, 500кВ, 750кВ.

**28. Каких серий выпускают в РФ элегазовые выключатели.**

- 28.1. ВМТ, ВВБ, ВГУ, ВВЭ
- 28.2. ВМТ, ВВБ, ВГУ, ВВЭ, ВМПЭ
- 28.3. ВМТ, ВГБ, ВГУ
- 28.4. ВМТ, ВВБ, ВВЭ

**29. На какие напряжения выпускают в РФ вакуумные выключатели**

- 29.1. 10кВ, 35кВ, 110кВ
- 29.2. 10кВ, 35кВ, 110кВ, 220кВ
- 29.3. 10кВ, 35кВ, 110кВ, 330кВ
- 29.4. 10кВ, 35кВ, 110кВ, 220кВ, 500кВ

**30. Каких серий выпускают в РФ вакуумные выключатели**

- 30.1. ВВЭ, ВВС, ТУРА, ЭЛЕКТРА
- 30.2. ВВЭ, ВВС, ТУРА
- 30.3. ВВЭ, ВВС, ЭЛЕКТРА
- 30.4. ВВЭ, ТУРА, ЭЛЕКТРА

**31. Почему габариты вакуумного выключателя на порядок меньше масляного**

- 31.1. Отсутствует среда

31.2. Быстро гасится электрическая дуга

31.3. Дуга не загорается

31.4. Дуга быстро охлаждается

**32. Какой физический эффект в столбе дуги вакуумного выключателя способствует ее быстрому гашению**

32.1. Рекомбинация

32.2. Диффузия

32.3. Термическая ионизация

32.4. Автоэлектронная эмиссия

**33. Достоинства вакуумного выключателя**

33.1. Быстродействие, надежность, большие перенапряжения при отключении токов к.з.

33.2. Быстродействие, надежность, встроенные трансформаторы тока

33.3. Быстродействие, надежность, экологическая чистота, бесшумность работы

33.4. Быстродействие, надежность, встроенные трансформаторы тока, бесшумность работы

**34. Достоинства элегаза**

34.1. Электроотрицательный, отключает большие токи, инертный, легко разлагается.

34.2. Электроотрицательный, отключает большие токи, инертный, высокая теплопроводность

34.3. Электроотрицательный, отключает большие токи, инертный, образует соединения с водородом

34.4. Электроотрицательный, отключает большие токи, инертный, распыляет дугу.

**35. Каким коммутирующим аппаратом можно отключить любые токи на подстанции**

35.1. Автоматическим выключателем.

35.2. Отделителем

35.3. Выключателем.

35.4. Рубильником.

**36. Какие аппараты ограничивают токи КЗ.**

36.1. Резисторы.

36.2. Разрядники

36.3. Реакторы

36.4. Разъединители.

**37. Какой аппарат на подстанции ограничивает перенапряжения.**

37.1. АВР

37.2. АРВ

37.3. ОПН

37.4. ВВЭ

**38. Какой аппарат создает на подстанции видимый разрыв цепи**

38.1. Разъединитель

38.2. Разрядник

38.3. Выключатель.

38.4. Короткозамыкатель

**39. Какие аппараты необходимы на подстанции для подключения счетчиков и релейной защиты.**

39.1. ВВЭ, ВВБ

39.2. ТТ, ТН

39.3. ОПН, РВС

39.4. РЛНДЗ-2

**40. Какой аппарат НН необходим для пуска и управления двигателем**

40.1. Автоматический выключатель

40.2. Предохранитель.

40.3. Магнитный пускатель.

40.4. Пакетник

**41. Конструкция контактов, снижающая мощность дуги**

41.1. Мостик

41.2. Торцовый

41.3. Скользящие

**42. От чего зависит допустимая температура нагрева**

**поверхности контакта по ГОСТу**

42.1. Материала контакта

42.2. Среды в которой находится контакт

42.3. Способа охлаждения

42.4. Материала контакта и среды.

**43. Что такое коррозия металла**

43.1. Разрушение

43.2. Плавление

43.3. Окисление

43.4. Усталость

**44. Зачем в однофазном магните на магнитопровод насаживают**

**короткозамкнутый виток**

44.1. Снижение потерь электроэнергии

44.2. Устранение вибрации якоря

44.3. Увеличение надежности замыкания контактов

44.4. Устранение шума при работе

**45. Для чего предназначен разъединитель**

45.1. Отключение цепи при всех токах

45.2. Отключение цепи при токах к.з.

45.3. Отключение цепи при рабочих токах

45.4. Отключение обесточенной цепи

**46. Для чего предназначен короткозамыкатель.**

46.1. Отключение токов к.з.

46.2. Создание искусственного режима к.з.

46.3. Подачи сигнала при токах к.з.

46.4. Прохождения токов к.з.

**47. Какие защиты обеспечивает магнитный пускатель**

47.1. Тепловая, от токов к.з., повышенного напряжения

47.2. Тепловая, от токов к.з., пониженного напряжения.

47.3. Тепловая, от токов к.з., пусковых токов.

47.4. Тепловая, от пусковых токов, повышенное напряжение.

**48. Из какого материала выполняется корпус насыпного предохранителя.**

48.1. Фарфора, стекла

48.2. Поливинилхлорида

48.3. Электротехнического картона

48.4. Винипласта

**49. Материал плавкой вставки насыпного предохранителя**

49.1. Цинк, серебро

49.2. Медь, посеребренная медь

49.3. Цинк, серебро, алюминий

49.4. Сталь, медь

**50. Параметры цепи, при которых загорается электрическая дуга.**

50.1. Ток 0,5 А, напряжение 20 В

50.2. Ток 0,5 А, напряжение 300 В

50.3. Ток меньше 0,5 А, напряжение 300 В

50.4. Ток меньше 0,5 А, напряжение 20 В

**51. Что такое рекомбинация**

51.1. Образование заряженных частиц

51.2. Образование нейтральных частиц

51.3. Вынос частиц за пределы дуги

51.4. Торможение электронов

**52. Что такое диффузия**

52.1. Образование нейтральных частиц

52.2. Образование зараженных частиц

52.3. Вынос частиц за пределы дуги

52.4. Торможение электронов

**53. Что такое «ударная» ионизация**

53.1. Образование заряженных частиц

53.2. Вынос частиц за пределы дуги

53.3. Торможение электронов

53.4. Проникновение электронов внутрь электродов

**54. Недостатки элегаза**

54.1. Вступает в реакцию с другими элементами при температуре выше 800<sup>0</sup>С

54.2. Взрывается при температуре выше 800<sup>0</sup>С

54.3. Переходит в жидкое состояние при температуре 800<sup>0</sup>С

54.4. Переходит в жидкое состояния при определенных сочетаниях температуры среды и давления

**55. Какая среда наиболее перспективна для выключателей**

55.1. Масло.

55.2. Масло под давлением

55.3. Воздух

55.4. Элегаз

**56. Режим работы вторичной обмотки ТТ**

56.1. Холостой ход

56.2. Короткое замыкание

56.3. Перегрузка

56.4. Аварийный

**57. Режим работы вторичной обмотки ТН**

57.1. Холостой ход

57.2. Короткое замыкание

57.3. Перегрузка

57.4. Аварийный

**58. Классы точности для ТТ**

58.1. 0,2; 0,5; 1; 3; 5; 10

58.2. 0,1; 0,2; 0,5; 1; 3; 5; 10

58.3. 0,2; 0,5; 1; 3

58.4. 0,2; 0,5; 1; 3; 5.

**59. Классы точности для ТН**

59.1. 0,2; 0,5; 1; 3; 5; 10

59.2. 0,1; 0,2; 0,5; 1; 3; 5; 10

59.3. 0,2; 0,5; 1; 3

59.4. 0,2; 0,5; 1; 3; 5.

**60. Приводы для выключателей.**

60.1. Ручной, электромагнитный, вакуумный.

60.2. Ручной, электромагнитный, пневматический, элегазовый

60.3. Ручной, электромагнитный, пневматический, пружинный,  
торцовый

60.4. Ручной, электромагнитный, пневматический, пружинный,  
пневмогидравлический

**61. Назначение реактора**

61.1. Для гашения вибрации.

61.2. Для ограничения перенапряжения

61.3. Для ограничения токов короткого замыкания

61.4. Для снижения уровня шума.

**62. Назначение вентильного разрядника и ОПН**

62.1. Для гашения вибрации.

62.2. Для ограничения перенапряжения

62.3. Для ограничения токов короткого замыкания

62.4. Для снижения уровня шума.

**63. Конструкция ОПН**

63.1. Корпус, нелинейные резисторы, с коэффициентом нелинейности

63.2. Корпус, нелинейные резисторы, искровые промежутки

63.3. Корпус, нелинейные резисторы, с коэффициентом нелинейности

0,04

63.4. Корпус, катушка, искровые промежутки

#### **64. Конструкция реактора**

64.1. Корпус, нелинейные резисторы, с коэффициентом нелинейности

0,2

64.2. Корпус, нелинейные резисторы, искровые промежутки

64.3. Корпус, нелинейные резисторы, с коэффициентом нелинейности

0,04

64.4. Катушка большой индуктивности

#### **65. Способы установки бетонного реактора в РУ.**

65.1. Вертикально.

65.2. Горизонтально.

65.3. Ступенчато.

65.4. Вертикально, горизонтально, ступенчато

#### **66. Недостатки при установке РБ вертикально**

66.1. Сильный нагрев (особенно верхней катушки) при трехфазном к.з., большие динамические усилия на витки и изоляторы, мощные электромагнитные поля.

66.2. Сильный нагрев (особенно верхней катушки) при трехфазном к.з.

66.3. Большие динамические усилия на витки и изоляторы

66.4. Мощные электромагнитные поля.

#### **67. Как в схему с выключателем включается РБ**

67.1. Параллельно

67.2. Последовательно-параллельно

67.3. Последовательно

67.4. На землю.

#### **68. Из какого материала выполняется дугогасительная решетка**

**в автоматическом выключателе.**



- 68.1. Из немагнитного материала.
- 68.2. Из ферромагнитного материала
- 68.3. Из токопроводящего материала
- 68.4. Из изоляционного материала

**69. Почему дугогасительную решетку омедняют.**

- 69.1. Увеличивается проводимость.
- 69.2. Улучшается отдача тепла
- 69.3. Улучшаются магнитные свойства
- 69.4. Ускоряются процессы рекомбинации и меньше обгорает решетка.

**70. Лучший материал для контактов**

- 70.1. Алюминий.
- 70.2. Серебро.
- 70.3. Металлокерамика.
- 70.4. Медь

**71. Критическая длина дуги**

71.1. Расстояние между контактами, при котором начинает загораться дуга.

- 71.2. Длина стабильно горящей дуги
- 71.3. Длина, при которой наступают условия гашения дуги.
- 71.4. Длина дуги.

**72. Материал плавкой вставки фибрового предохранителя.**

- 72.1. Медь.
- 72.2. Цинк
- 72.3. Алюминий.
- 72.4. Серебро

**73. Почему плавкая вставка насыпного предохранителя разделена на несколько параллельных ленточек**

- 73.1. Экономия материала для плавкой вставки
- 73.2. Уменьшение габарита предохранителя.
- 73.3. Ограничение перенапряжения в момент гашения дуги

73.4. Легче изготовить плавкую вставку

**74. Что такое селективность**

74.1. Отключение дальнего участка

74.2. Отключение ближайшего участка

74.3. Быстрое отключение питания.

74.4. Отключение питания с выдержкой времени

**75. Защиты, выполняемые автоматическим выключателем**

75.1. Максимальная, минимальная, от перенапряжений

75.2. Максимальная, от перенапряжений

75.3. Максимальная, тепловая

75.4. Максимальная, тепловая, минимальная

**76. Достоинства масляных выключателей**

76.1. Дешевая среда для гашения дуги

76.2. Масло необходимо периодически менять

76.3. Взрыво- и пожаробезопасность

76.4. Встроенные трансформаторы тока, высокая надежность

**77. Назначение выключателя нагрузки**

77.1. Отключение любых токов.

77.2. Отключение токов к.з.

77.3. Отключение рабочих токов

77.4. Отключение токов перегрузки

**78. Конструкция вентильного разрядника.**

78.1. Корпус, искровые промежутки

78.2. Корпус, искровые промежутки, нелинейный резистор

78.3. Корпус, нелинейный резистор

78.4. Корпус, искровые промежутки, линейный резистор.

**79. Электродинамические усилия в катушке.**

79.1. Сжимают катушку по высоте и уменьшают диаметр витка

79.2. Сжимают катушку по высоте и увеличивают диаметр витка

79.3. Увеличивают катушку по высоте и увеличивают диаметр витка

79.4. Увеличивают катушку по высоте и уменьшают диаметр витка

**80. Электродинамические усилия между параллельными**

**проводниками**

80.1. Удаляют проводники друг от друга

80.2. Сближают проводники

80.3. Изгибают проводники

80.4. Разрушают проводники

**81. Виды передачи тепла в предохранителях.**

81.1. Теплопроводность

81.2. Излучение

81.3. Конвекция

81.4. Теплопроводность и конвекция

**82. Расцепители автоматов**

82.1. Тепловой, электромагнитный, полупроводниковый

82.2. Универсальный быстродействующий

82.3. Тепловой, быстродействующий

82.4. Электромагнитный, универсальный

**83. Среда гашения дуги в электромагнитном выключателе**

83.1. Воздух под давлением

83.2. Элегаз

83.3. Масло

83.4. Обычная воздушная среда

**84. С каким аппаратом блокируется разъединитель**

84.1. С трансформатором тока

84.2. С трансформатором напряжения

84.3. С выключателем

84.4. С реактором

**85. Физический износ контактов**

85.1. Образование окисной пленки

85.2. Потеря массы контакта

85.3. Перераспределение материала контакта

85.4. Старение металла

**86. Химический износ контактов**

86.1. Образование окисной пленки

86.2. Потеря массы контакта

86.3. Перераспределение материала контакта

86.4. Старение металла

**87. Какие преобладают процессы при загорании электрической**

**дуги**

87.1. Ударная ионизация, термоэлектронная эмиссия

87.2. Термическая ионизация, диффузия, рекомбинация

87.3. Автоэлектронная эмиссия, термоэлектронная эмиссия

87.4. Термическая ионизация, ионизация толчком

**88. Какие процессы преобладают при гашении дуги**

88.1. Ударная ионизация, термоэлектронная эмиссия

88.2. Термическая ионизация, диффузия, рекомбинация

88.3. Автоэлектронная эмиссия, термоэлектронная эмиссия

88.4. Баланс между ионизацией и деионизацией

**89. Какие процессы преобладают при гашении дуги.**

89.1. Ударная ионизация, термоэлектронная эмиссия

89.2. Термическая ионизация, диффузия

89.3. Автоэлектронная эмиссия, термоэлектронная эмиссия

89.4. Рекомбинация диффузия.

**90. Что используются в насыпных предохранителях в качестве**

**среды для гашения дуги**

90.1. Борная кислота

90.2. Асбест

90.3. Кварцевый песок

90.4. Меловая пыль.



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

---

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**  
**по дисциплине «Электрические аппараты»**  
**Направление подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»**  
**Профиль «Энергетические системы и комплексы»**  
**Форма подготовки: очная**

**Владивосток**  
**2020**

1. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:770656&theme=FEFU>

Электрические аппараты: учебное пособие для вузов / Холянова О. М., Холянов В. С., Винаковская Н. Г.; Дальневосточный федеральный университет.- Владивосток: Изд. дом Дальневосточного федерального университета, 2013.- 176 с.

2. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:360516&theme=FEFU>

Холянова О. М. Электрические аппараты. Выключатели высокого напряжения: пособие к лабораторным работам. – Владивосток: Изд-во Дальневосточного технического университета, 2005.– 55 с.

3. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:405557&theme=FEFU>

Холянова О. М. Электрические аппараты напряжением до 1000 В: методические указания к лабораторным работам. – Владивосток: Изд-во Дальневосточного технического университета, 2005.– 24 с.

4. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:360517&theme=FEFU>

Холянова О. М. Электрические аппараты. Ограничивающие аппараты: методические указания к лабораторным работам. – Владивосток: Изд-во Дальневосточного технического университета, 2005.– 34 с.