

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Современные высоковольтные электрические аппараты в электроэнергетике

**Код модуля**  
1157032(0)

**Модуль**  
Современное высоковольтное оборудование в  
электроэнергетике и электротехнике

**Екатеринбург**

Оценочные материалы составлены автором(ами):

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия, имя, отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Лузгин Владислав Игоревич	к.т.н., доцент	Доцент	Кафедра электротехники

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

Авторы:

- Лузгин Владислав Игоревич, Доцент, Кафедра электротехники

## 1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ Современные высоковольтные электрические аппараты в электроэнергетике

1.	Объем дисциплины в зачетных единицах	5	
2.	Виды аудиторных занятий	Лекции Практические/семинарские занятия Лабораторные занятия	
3.	Промежуточная аттестация	Зачет Экзамен	
4.	Текущая аттестация	Контрольная работа	1
		Домашняя работа	1
		Расчетная работа	1
		Отчет по лабораторным работам	1

## 2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ Современные высоковольтные электрические аппараты в электроэнергетике

Индикатор – это признак / сигнал/ маркер, который показывает, на каком уровне обучающийся должен освоить результаты обучения и их предъявление должно подтвердить факт освоения предметного содержания данной дисциплины, указанного в табл. 1.3 РПМ-РПД.

Таблица 1

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)	Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине
1	2	3
ОПК-1 -Способен формулировать и решать научно-исследовательские, технические, организационно-экономические и комплексные задачи, применяя фундаментальные знания	Д-1 - Проявлять лидерские качества и умения командной работы З-1 - Соотносить проблемную область с соответствующей областью фундаментальных и общепрофессиональных наук П-1 - Работая в команде, разрабатывать варианты формулирования и решения научно-исследовательских, технических, организационно-экономических и комплексных	Зачет Лабораторные занятия Лекции Отчет по лабораторным работам Практические/семинарские занятия Экзамен

	задач, применяя знания фундаментальных и общеинженерных наук У-1 - Использовать для формулирования и решения задач проблемной области терминологию, основные принципы, методологические подходы и законы фундаментальных и общеинженерных наук	
ОПК-4 -Способен разрабатывать технические объекты, системы и технологические процессы в своей профессиональной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных ограничений	З-1 - Объяснить основные принципы функционирования разрабатываемых технических объектов, систем, технологических процессов П-1 - Выполнять в рамках поставленного задания разработки технических объектов, систем, в том числе информационных, и технологических процессов в своей профессиональной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных ограничений У-1 - Предложить нестандартные варианты разработки технических объектов, систем, в том числе информационных, и технологических процессов	Зачет Лабораторные занятия Лекции Практические/семинарские занятия Экзамен
ОПК-5 -Способен планировать, организовывать и контролировать работы по созданию, установке и модернизации технологического оборудования и технологических процессов в сфере своей профессиональной деятельности	З-1 - Изложить основные нормы и правила, регламентирующие работы по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем П-1 - Самостоятельно составить план работ в целом по этапам создания, установки и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем либо отдельных этапов этой работы	Зачет Лабораторные занятия Лекции Практические/семинарские занятия Экзамен

	У-1 - Обосновать детальный план проведения работ по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем	
ПК-2 -Способен проводить поиск по источникам патентной информации, определять патентную чистоту разрабатываемых объектов техники, подготавливать первичные материалы к патентованию изобретений, регистрации программ для электронных вычислительных машин и баз данных	З-7 - Сформулировать современные тенденции построения электрических аппаратов П-7 - Разрабатывать рекомендации по компенсации недостатков при применении тех или иных технических решений У-7 - Оценивать преимущества и недостатки от использованных технических решений	Зачет Лабораторные занятия Лекции Практические/семинарские занятия Экзамен
ПК-3 -Способен формулировать технические задания, разрабатывать и использовать средства автоматизации при проектировании и технологической подготовке производства	З-5 - Сформулировать требования ГОСТов ,ТУ и других нормативных документов при проектировании высоковольтных электрических аппаратов П-5 - Иметь практический опыт автоматизированного проектирования высоковольтных электрических аппаратов У-5 - Формулировать техническое задание на проектирование высоковольтного электрического аппарата	Домашняя работа Зачет Лабораторные занятия Лекции Практические/семинарские занятия Расчетная работа Экзамен
ПК-4 -Способен выполнять расчет и проектирование высоковольтного оборудования в соответствии с техническим заданием	З-6 - Сформулировать методы расчета электрофизических процессов высоковольтных электрических аппаратов П-6 - Разработать модель расчета характеристик электрического аппарата	Зачет Контрольная работа Лабораторные занятия Лекции Отчет по лабораторным работам Практические/семинарские занятия Расчетная работа

	У-6 - Обосновывать расчеты характеристик высоковольтных электрических аппаратов	Экзамен
--	---	---------

### 3. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ В БАЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЕ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА БРС)

#### 3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

<b>1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 1</b>		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>контрольная работа</i>	2,14	100
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.5</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.5</b>		
<b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – не предусмотрено</b>		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрено</b>		
<b>Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрено</b>		
<b>3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – не предусмотрено</b>		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – нет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено</b>		
<b>4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий – не предусмотрено</b>		

Текущая аттестация на онлайн-занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям <b>-не предусмотрено</b>		
Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям <b>–нет</b> Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям <b>– не предусмотрено</b>		

### 3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– <b>не предусмотрено</b>		
Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – <b>не предусмотрено</b>		

#### 3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

<b>2. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.4</b>		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>домашняя работа</i>	3,8	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – <b>0.5</b>		
Промежуточная аттестация по лекциям – <b>зачет</b> Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – <b>0.5</b>		
<b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.3</b>		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>расчетная работа</i>	3,14	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям– <b>1</b>		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям– <b>нет</b> Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям– <b>не предусмотрено</b>		
<b>3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий –0.3</b>		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>отчет по лабораторным работам</i>	3,15	100

<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям -1</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям –нет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено</b>		
<b>4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий –не предусмотрено</b>		
<b>Текущая аттестация на онлайн-занятиях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям -не предусмотрено</b>		
<b>Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям –нет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям – не предусмотрено</b>		

### 3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

<b>Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<b>Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– не предусмотрено</b>		
<b>Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – не предусмотрено</b>		

## 4. КРИТЕРИИ И УРОВНИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

4.1. В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре/институте критерии (признаки) оценивания достижений студентов по дисциплине модуля (табл. 4) в рамках контрольно-оценочных мероприятий на соответствие указанным в табл.1 результатам обучения (индикаторам).

Таблица 4

### Критерии оценивания учебных достижений обучающихся

<b>Результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам</b>
Знания	Студент демонстрирует знания и понимание в области изучения на уровне указанных индикаторов и необходимые для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Умения	Студент может применять свои знания и понимание в контекстах, представленных в оценочных заданиях, демонстрирует освоение умений на уровне указанных индикаторов и необходимых для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Опыт /владение	Студент демонстрирует опыт в области изучения на уровне указанных индикаторов.



Другие результаты	<p>Студент демонстрирует ответственность в освоении результатов обучения на уровне запланированных индикаторов.</p> <p>Студент способен выносить суждения, делать оценки и формулировать выводы в области изучения.</p> <p>Студент может сообщать преподавателю и коллегам своего уровня собственное понимание и умения в области изучения.</p>
-------------------	---

4.2 Для оценивания уровня выполнения критериев (уровня достижений обучающихся при проведении контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля) используется универсальная шкала (табл. 5).

Таблица 5

### Шкала оценивания достижения результатов обучения (индикаторов) по уровням

Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов)				
№ п/п	Содержание уровня выполнения критерия оценивания результатов обучения (выполненное оценочное задание)	Шкала оценивания		
		Традиционная характеристика уровня		Качественная характеристика уровня
1.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты в полном объеме, замечаний нет	Отлично (80-100 баллов)	Зачтено	Высокий (В)
2.	Результаты обучения (индикаторы) в целом достигнуты, имеются замечания, которые не требуют обязательного устранения	Хорошо (60-79 баллов)		Средний (С)
3.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты не в полной мере, есть замечания	Удовлетворительно (40-59 баллов)		Пороговый (П)
4.	Освоение результатов обучения не соответствует индикаторам, имеются существенные ошибки и замечания, требуется доработка	Неудовлетворительно (менее 40 баллов)	Не зачтено	Недостаточный (Н)
5.	Результат обучения не достигнут, задание не выполнено	Недостаточно свидетельств для оценивания		Нет результата

## 5. СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

### 5.1. Описание аудиторных контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля

#### 5.1.1. Лекции

Самостоятельное изучение теоретического материала по темам/разделам лекций в соответствии с содержанием дисциплины (п. 1.2. РПД)

### **5.1.2. Практические/семинарские занятия**

Примерный перечень тем

1. Расчет характеристик контактной системы высоковольтного элегазового выключателя
  2. Расчет характеристик тепловой нагрева токоведущей системы высоковольтного аппарата
  3. Расчет газодинамических характеристик автокомпрессионного дугогасительного устройства элегазового выключателя
  4. Расчет механических характеристик системы управления высоковольтного аппарата
  5. Расчет характеристик высоковольтного трансформатора тока
  6. Расчет характеристик высоковольтного трансформатора напряжения
- LMS-платформа – не предусмотрена

### **5.1.3. Лабораторные занятия**

Примерный перечень тем

1. Исследование характеристик теплового нагрева токоведущей системы высоковольтного коммутационного аппарата
  2. Исследование механизмов коммутационных аппаратов. Определение статических и динамических характеристик
  3. Исследование характеристик автокомпрессионной дугогасительной системы элегазового высоковольтного аппарата
  4. Исследование характеристик теплового нагрева токоведущих систем силовых комплектных распределительных устройств
  5. Исследование характеристик высоковольтного трансформатора тока
- LMS-платформа – не предусмотрена

## **5.2. Описание внеаудиторных контрольно-оценочных мероприятий и средств текущего контроля по дисциплине модуля**

Разноуровневое (дифференцированное) обучение.

### **Базовый**

#### **5.2.1. Контрольная работа**

Примерный перечень тем

1. Современные коммутационные электрические аппараты

Примерные задания

**КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА  
ПО КУРСУ «СОВРЕМЕННЫЕ ВЭА В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ»**

1. Каков примерный диапазон рабочих давлений в существующих элегазовых аппаратах?
  - а. 1–15 атм.
  - б. 0.1–8 МПа
  - в. 0.1–3 МПа
  - г. 10–40 атм.
2. В чем состоят основные принципы дугогашения?
  - а. повышение давления элегаза; ограничение объема горения дуги; обдув потоком элегаза.
  - б. охлаждение дуги; затруднение процесса ионизации; интенсификация процесса рекомбинации и диффузии
  - в. разрушение столба дуги; понижение мощности выделяющейся в дуге; применение элегаза
  - г. растягивание дуги; охлаждение дуги; интенсификация процесса диффузии
3. При какой температуре протекает термическая ионизация?
  - а. сотни Кельвин
  - б. тысячи Кельвин
  - в. десятки тысяч Кельвин
  - г. миллионы Кельвин
4. В чем суть электромагнитного дутья?
  - а. в движении элегаза относительно дуги из-за перепада давления
  - б. в движении контактов и удлинении дуги
  - в. в движении дуги относительно элегаза под действием электромагнитных сил
  - г. в электромагнитной силе Ампера
5. В каком порядке замыкаются (размыкаются) главные и дугогасительные контакты аппарата при включении и отключении?
  - а. в любом, это не принципиально
  - б. вкл: дугогасительные → главные; откл: главные → дугогасительные
  - в. вкл: главные → дугогасительные; откл: главные → дугогасительные
  - г. вкл: дугогасительные → главные; откл: дугогасительные → главные
  - д. вкл: главные → дугогасительные; откл: дугогасительные → главные
6. В выключателе ВЭБ есть клапан сброса аварийного давления из бака, отметьте возможную причину появления такого давления?
  - а. отключение аварийного тока
  - б. отключение номинального тока
  - в. процесс автокомпрессии
  - г. устойчивый дуговой пробой внутри бака, например, на корпус
7. Что бы вы отнесли к недостаткам автокомпрессии?
  - а. большая масса подвижной части (нагрузка на привод), большой ход (привод), из-за хода относительно долгое время отключения
  - б. нет недостатков
  - в. высокое давление при сжатии (нагрузка на привод), большой расход элегаза
  - г. малое давление при сжатии (малые откл. токи)
8. В чем недостатки автогенерации (автодутья)?
  - а. выгорание камеры и снижение герметичности аппарата
  - б. большой расход элегаза при его термическом разложении
  - в. малые отключаемые токи
  - г. выгорание камеры и снижение герметичности объема автогенерации

LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.2.2. Домашняя работа

Примерный перечень тем

1. Современные коммутационные электрические аппараты

Примерные задания

"Расчет ЭДУ в фазе аппарата графо-аналитическим методом"

1. Рассчитать ЭДУ для фазы выключателя при аварийном токе
2. Построить эпюру действующих сил и моментов
3. Определить суммарную величину силы и момента с учетом апериодической составляющей тока
4. Выполнить проверку изоляционных конструкции аппарата на прочность под действием ЭДУ

LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.2.3. Расчетная работа

Примерный перечень тем

1. Расчет газодинамических характеристик автокомпрессионного дугогасительного устройства элегазового выключателя

Примерные задания

"Расчет автокомпрессионного дугогасительного устройства"

1. Принять геометрические размеры поршня  $S_p$  - площадь,  $L_p$  - ход
2. Принять геометрические размеры дутьевого сопла
3. Задать характеристику скорости движения контакта от хода поршня  $v_k = f(L_p)$
4. Разбить ход поршня  $L_p$  на 20 отрезков
5. Рассчитать газодинамические характеристики процесса дутья для отрезков

6. Добиться получения надкритического истечения газа из подпоршневого пространства, меняя параметры из пунктов 1-3.

7. Построить зависимости массового расхода элегаза и давления в подпоршневом пространстве.

LMS-платформа – не предусмотрена

#### **5.2.4. Отчет по лабораторным работам**

Примерный перечень тем

1. Исследование характеристик теплового нагрева токоведущей системы высоковольтного коммутационного аппарата

2. Исследование механизмов коммутационных аппаратов. Определение статических и динамических характеристик

3. Исследование характеристик автокомпрессионной дугогасительной системы элегазового высоковольтного аппарата

4. Исследование характеристик теплового нагрева токоведущих систем силовых комплектных распределительных устройств

5. Исследование характеристик высоковольтного трансформатора тока

Примерные задания

"Исследование характеристик теплового нагрева токоведущей системы высоковольтного коммутационного аппарата":

1. Зарисовать схему установки

2. Измерить температуру нагрева методом термопар для токопровода в номинальном режиме работы

3. Измерить температуру охлаждения методом термопар для токопровода в номинальном режиме работы

4. Измерить температуру нагрева методом термопар для токопровода при повышенном токе в течение 3 минут

5. Рассчитать параметры кривой нагрева и сравнить их опытом

LMS-платформа – не предусмотрена

#### **5.3. Описание контрольно-оценочных мероприятий промежуточного контроля по дисциплине модуля**

##### **5.3.1. Зачет**

Список примерных вопросов

1. Общие принципы и конструктивные схемы построения элегазовых выключателей, их достоинства и недостатки

2. Виды дугогасительных устройств элегазовых выключателей, их достоинства и недостатки, принцип действия

3. Физические и химические свойства элегаза. Элегаз как дугогасящая среда. Процесс гашения дуги в элегазе

4. Основные параметры газовой среды. Адиабатный процесс

5. Распространение упругих возмущений в газах: основные соотношения. Акустические волны

6. Основные законы движения газовой среды. Уравнение Бернулли и его алгебраические формы
  7. Связь параметров скорости газового потока с температурой и скоростью звука. Уравнение Гюгонио и сопло Лаваля
  8. Процесс истечения газов из резервуаров. Уравнение массового секундного расхода
  9. Подкритический и надкритический режимы истечения газа. Критические значения основных параметров:  $r_{кр}$ ,  $T_{кр}$ ,  $v_{кр}$
  10. Опустошение резервуаров ограниченной емкости. Время протекания процесса
  11. Наполнение резервуаров ограниченной емкости. Время протекания процесса
- LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.3.2. Экзамен

Список примерных вопросов

1. Общие принципы и конструктивные схемы построения элегазовых выключателей, их достоинства и недостатки
  2. Виды дугогасительных устройств элегазовых выключателей, их достоинства и недостатки, принцип действия
  3. Физические и химические свойства элегаза. Элегаз как дугогасящая среда. Процесс гашения дуги в элегазе
  4. Дуга в вакууме. Преимущества и недостатки вакуума как дугогасительной среды
  5. Виды дуги в вакуумных выключателях и проблемы гашения. Контактные системы вакуумных выключателей
  6. Контактные материалы: причины появления, назначение и решаемые проблемы
  7. Конструкция ВДК. Обеспечение подвижности контактов. Материалы ВДК и поддержание вакуума внутри
  8. Общее устройство вакуумных выключателей, их достоинства и недостатки
  9. Сравнительная характеристика вакуумных и элегазовых коммутационных аппаратов
  10. КРУ: назначение, классификация, преимущества и недостатки
  11. Внутреннее устройство типичного КРУ, состав электрического оборудования, электрическая схема
  12. Защита КРУ от внутренних аварий: виды и принцип действия. Блокировки в КРУ
- LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.4 Содержание контрольно-оценочных мероприятий по направлениям воспитательной деятельности

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.