

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Проектирование высоковольтного оборудования

Код модуля
1157032(0)

Модуль
Современное высоковольтное оборудование в
электроэнергетике и электротехнике

Екатеринбург

Оценочные материалы составлены автором(ами):

№ п/п	Фамилия, имя, отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
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 **Проектирование высоковольтного оборудования**

1.	Объем дисциплины в зачетных единицах	6	
2.	Виды аудиторных занятий	Лекции Практические/семинарские занятия	
3.	Промежуточная аттестация	Зачет Экзамен	
4.	Текущая аттестация	Контрольная работа	2
		Домашняя работа	1
		Расчетная работа	1

2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ **Проектирование высоковольтного оборудования**

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-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	Лекции Практические/семинарские занятия Экзамен

	разработки технических объектов, систем, в том числе информационных, и технологических процессов	
ПК-1 -Способен планировать и ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы, интерпретировать и самостоятельно представлять результаты научных исследований	З-4 - Изложить требования, предъявляемые ГОСТ к электрическим аппаратам П-4 - Иметь практический опыт расчета токовых характеристик коммутационных электрических аппаратов У-4 - Соизмерять элементы конструкции аппарата в соответствии с ГОСТ	Зачет Практические/семинарские занятия Экзамен
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-6 - Характеризовать устройство аппаратов отечественных и зарубежных фирм производителей П-6 - Иметь практический опыт проектирования конструкции аппарата с учетом современных тенденций развития У-6 - Выбрать оптимальное техническое решение под исходные данные и поставленные задачи	Домашняя работа Расчетная работа
ПК-3 -Способен формулировать технические задания, разрабатывать и использовать средства автоматизации при проектировании и технологической подготовке производства	З-4 - Перечислить особенности свойств и характеристик проводниковых, изоляционных, конструкционных материалов, контактных и дугогасительных сред и материалов П-4 - Осуществлять обоснованный выбор материалов для всех систем аппарата У-4 - Формулировать требования к параметрам и свойствам материалов аппарата	Домашняя работа Расчетная работа
ПК-4 -Способен выполнять расчет и проектирование высоковольтного оборудования в	З-5 - Сформулировать методы и перечислить программные пакеты системы автоматизированного проектирования высоковольтного оборудования	Домашняя работа Контрольная работа № 1 Контрольная работа № 2 Расчетная работа Экзамен

соответствии с техническим заданием	П-5 - Иметь практический опыт автоматизированного проектирования высоковольтного оборудования У-5 - Устанавливать последовательность выполнения расчетов характеристик систем и агрегатов высоковольтного оборудования	
-------------------------------------	---	--

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

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 1		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>контрольная работа № 1</i>	1,10	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.5		
Промежуточная аттестация по лекциям – зачет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.5		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – не предусмотрено		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрено		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрено		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – не предусмотрено		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено		

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

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– не предусмотрено		
Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – не предусмотрено		

3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

2. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.5		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>контрольная работа № 2</i>	2,6	50
<i>домашняя работа</i>	2,12	50
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.5		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.5		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.5		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>расчетная работа</i>	2,12	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям– 1		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям–нет Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям– не предусмотрено		

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

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– не предусмотрено		
Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – не предусмотрено		

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

Результаты обучения	Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам
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	Студент демонстрирует ответственность в освоении результатов обучения на уровне запланированных индикаторов. Студент способен выносить суждения, делать оценки и формулировать выводы в области изучения. Студент может сообщать преподавателю и коллегам своего уровня собственное понимание и умения в области изучения.

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. Анализ конструкции заданного типа высоковольтного аппарата
 2. Разработка модели изоляционной конструкции высоковольтного аппарата
 3. Разработка численной модели электростатического поля в изоляционных промежутках
 4. Расчет характеристик электростатического поля в изоляционных промежутках и выбор их длины
 5. Расчет электростатического поля в промежутках с экранами и оптимизация геометрических размеров
 6. Выбор стандартных изоляторов в изоляционной конструкции высоковольтного аппарата
 7. Разработка модели токоведущей системы высоковольтного аппарата
 8. Расчет распределения температуры нагрева токоведущей системы высоковольтного аппарата
 9. Оптимизация выбора материалов токоведущих элементов токоведущей системы и их сечения
 10. Расчет электродинамических усилий по прямому методу
 11. Расчет электродинамических усилий по энергетическому методу
 12. Графоаналитический метод расчета сил
 13. Расчет электродинамических усилий на переменном токе
 14. Учет влияния коэффициента формы на силы
- 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 № 1

Примерный перечень тем

1. Проектирование изоляционных конструкций ВВО

Примерные задания

1. Выбрать изоляционные промежутки электрического аппарата подлежащие расчету
2. Определить форму поля по виду электродов для выбранных промежутков
3. Определить тип промежутка

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.2. Контрольная работа № 2

Примерный перечень тем

1. Проектирование силовых контактных соединений ВВО

Примерные задания

1. Рассчитать силу контактного нажатия по номинальному току для розеточного контакта

2. Рассчитать силу сужения при аварийном токе

3. Учесть взаимное влияние ламелей на снижение силы сужения

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.3. Домашняя работа

Примерный перечень тем

1. Проектирование токоведущих систем ВВО. Тепловые расчеты токоведущей системы ВВО

Примерные задания

1. Составить тепловую схему замещения для токоведущей системы аппарата

2. Рассчитать значения тепловых сопротивлений тепловой схемы замещения

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.4. Расчетная работа

Примерный перечень тем

1. Проектирование изоляционных конструкций ВВО

2. Проектирование токоведущих систем ВВО. Тепловые расчеты токоведущей системы ВВО

3. Проектирование силовых контактных соединений ВВО

Примерные задания

Исходные данные для расчета: номинальный ток, номинальное напряжение, номинальный ток отключения, тип аппарата

1. Рассчитать промежутки внешней и внутренней изоляции аппарата

2. Рассчитать главный контакт аппарата

3. Рассчитать токоведущую систему аппарата

4. Провести проверку токоведущей системы и контактов по аварийному току

LMS-платформа – не предусмотрена

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

5.3.1. Зачет

Список примерных вопросов

1. Общие вопросы проектирования высоковольтного оборудования. Этапы разработки и проектирования ВВО в соответствии с ЕСКД

2. Расчет общей электрической изоляции ВВО. Порядок расчета общей изоляции методом эквивалентных разрядных промежутков

3. Расчет общей электрической изоляции бакового газового выключателя

4. Расчет общей электрической изоляции колонкового газового выключателя

5. Расчет защитных экранов и изоляционных промежутков опорных изоляционных конструкций
6. Расчет распределения напряжения по разрывам выключателей высших классов напряжения. Выбор шунтирующих конденсаторов
7. Расчет распределения напряжения по разрывам выключателя с защитными экранами. Выбор геометрических параметров двойного кольцевого экрана
8. Расчет изоляции проходных изоляторов с двухслойной изоляцией. Определение условий отсутствия коронного разряда газовой полости и скользящего разряда по поверхности фарфоровой крышки
9. Расчет изоляции проходных изоляторов с многослойной изоляцией. Определение условий отсутствия коронного и скользящего разрядов
10. Расчет изоляции высоковольтных вводов. Методы повышения пробивного напряжения и напряжения скользящего разряда
LMS-платформа – не предусмотрена

5.3.2. Экзамен

Список примерных вопросов

1. Роль тепловых явлений в высоковольтном оборудовании. Потери энергии на теплоту в токоведущих частях
2. Режимы токовой нагрузки токоведущей системы ВВО. Токовые характеристики в соответствии с ГОСТ 52565-2006
3. Физические основы переноса тепловой энергии. Передача тепловой энергии теплопроводностью, конвекцией, излучением. Основные законы теплообмена
4. Дифференциальное уравнение теплопроводности стационарного нагрева участка токопровода ВВО и условия его однозначного решения. Тепловое сопротивление многослойной плоской и цилиндрической изоляционных конструкций. Эквивалентный коэффициент теплоотдачи с поверхности токопровода в окружающую среду
5. Расчет минимального сечения токопровода ВВО при нагреве номинальным током и радиальном теплообмене, исходя из норм допустимого нагрева
6. Расчет распределения температуры нагрева по участку токопровода ВВО. Тепловая модель участка токопровода (тепловой четырехполюсник). Тепловая модель контактного соединения (тепловой четырехполюсник контактного соединения). Уравнение связи для расчета распределения температуры на участке токопровода
7. Метод эквивалентных тепловых схем расчета нагрева участков токопровода ВВО. Расчет распределения температуры вдоль токопровода камеры газового выключателя
8. Расчет распределения температуры вдоль токоведущего стержня высоковольтного ввода методом эквивалентных тепловых схем
9. Нестационарный нагрев токопровода ВВО. Кратковременный и повторно-кратковременный режимы нагрева. Перегрузочная способность токоведущих частей
10. Нагрев токопровода ВВО токами к.з. Расчет термической стойкости токоведущей системы ВВО
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.