

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**
Высоковольтная силовая электроника

Код модуля
1156639

Модуль
Силовая электроника и устройства защиты в
энергетических системах

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 **Высоковольтная силовая электроника**

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

2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ **Высоковольтная силовая электроника**

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
ПК-24 -Способен применять знание технологии, аппаратуры, приборов и приспособлений для диагностики, испытаний и измерений высоковольтного оборудования	З-12 - Объяснить принцип управления диодом, транзистором и тиристором П-12 - Выполнять сборку измерительных схем для снятия ВАХ У-13 - Оценивать измерительные приборы для снятия ВАХ	Лабораторные занятия Отчет по лабораторным работам
ПК-25 -Способен применять знание устройства и принципы трансформаторов,	З-13 - Привести примеры применения высоковольтной силовой электроники П-13 - Сделать вывод о применении высоковольтной	Зачет Контрольная работа Лекции Практические/семинарские занятия

разъединителей, выключателей, реакторов, заземляющих устройств, устройств молниезащиты, релейной защиты и автоматики, кабельных и воздушных линий электропередачи, газовых защит	силовой электроники в энергетике У-13 - Обосновать применение силовой электроники на объектах энергетики	Расчетно-графическая работа
--	---	-----------------------------

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 – 0.4		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>контрольная работа</i>	7,4	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 – 0.4		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>расчетно-графическая работа</i>	7,12	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 – 0.2		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>отчет по лабораторным работам</i>	7,14	100

Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям -1		
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	<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. Электронные переключатели и регуляторы постоянного тока
 2. Электронные переключатели и регуляторы переменного тока
 3. Преобразователи параметров электрической энергии переменного тока в постоянный
 4. Преобразователи параметров электроэнергии постоянного тока в переменный
 5. Преобразователи параметров электроэнергии переменного тока в переменный
- LMS-платформа – не предусмотрена

5.1.3. Лабораторные занятия

Примерный перечень тем

1. Исследование работы импульсного регулятора постоянного тока
 2. Исследование работы регулятора напряжения переменного тока
 3. Исследование работы трехфазного мостового выпрямителя
 4. Исследование работы автономного инвертора напряжения и инвертора тока
 5. Исследование работы трехфазного конвертора переменного 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. Силовые электронные ключи

Примерные задания

1. По заданной схеме высоковольтного выпрямителя определить уровень обратного напряжения на силовом диоде
 2. Выбрать силовой диод для заданной схемы
- LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.2. Расчетно-графическая работа

Примерный перечень тем

1. Преобразователи параметров электрической энергии переменного тока в постоянный
2. Преобразователи параметров электрической энергии постоянного тока в переменный

Примерные задания

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:

1. Схема выпрямителя – трехфазная мостовая, нагрузка активно-индуктивного характера.
2. Параметры схемы в относительных единицах [о.е.]:
сопротивление нагрузки $R_n = ___ [о.е.]$;
индуктивное сопротивление фазы питающего трансформатора $x_{\phi} = ___ [о.е.]$;
действующее значение фазного напряжения трансформатора - 1 [о.е.]

угол управления тиристорами в номинальном режиме 0°C .

3. Параметры в именованных единицах:

Выпрямленное напряжение в номинальном режиме работы $U_d = \text{_____ В}$;

Номинальный ток нагрузки выпрямителя, соответствующий расчетному в [о.е.] $I_d = \text{_____}$

А.

4. Охлаждение воздушное, естественное, температура $+20^\circ\text{C}$.

СОДЕРЖАНИЕ РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ:

1. Построение блок-схемы системы фазового управления вентилями выпрямителя;

2. Расчет номинального рабочего режима выпрямителя;

3. Построение временных диаграмм работы выпрямителя по расчетным данным режима и графическое определение величины пульсаций выпрямленного напряжения при $\alpha = 0$.

4. Расчет регулировочной и внешней характеристики выпрямителя для режима номинальной нагрузки. Построение внешних характеристик выпрямителя при разных углах управления тиристорами.

5. Расчет энергетических характеристик выпрямителя и определение их зависимости от угла регулирования α .

6. Расчет гармонического состава и коэффициентов искажения синусоидальности фазных токов и напряжений выпрямителя при $\alpha = 0$.

7. Расчет баланса мощностей выпрямителя при $\alpha = 0$.

8. Расчет параметров силового фильтра.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.3. Отчет по лабораторным работам

Примерный перечень тем

1. Исследование работы импульсного регулятора постоянного тока

Примерные задания

1. Зарисовать принципиальную электрическую схему установки

2. Опытным путем определить величину емкости для запирающего тиристора в зависимости от сопротивления нагрузки

3. Снять осциллограмму процесса работы схемы и запирающего тиристора

4. Рассчитать и построить характеристики регулятора: нагрузочную, внешнюю, ВАХ

5. Сделать выводы по проделанной работе

LMS-платформа – не предусмотрена

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

5.3.1. Зачет

Список примерных вопросов

1. Классификация электронных аппаратов и регуляторов

2. Требования, предъявляемые к силовым электронным аппаратам и регуляторам

3. Преимущества силовых электронных аппаратов по сравнению с электромеханическими

4. Недостатки силовых электронных аппаратов по сравнению с электромеханическими

5. Электронный аппарат – как усилитель мощности. Разновидности усилительных характеристик
6. Полупроводниковый диод, его свойства
7. Схема для определения вольтамперной характеристики полупроводникового диода. Разновидности вольтамперных характеристик
8. Основные параметры полупроводникового диода
9. Наиболее употребляемые схемы диодных выпрямителей и принцип их действия. Выбор диодов по заданной мощности нагрузки
10. Простейшие схемы диодных выпрямителей с умножением выходного напряжения. Принцип действия. Сопоставление
11. Основные типы диодов
12. Полупроводниковый стабилитрон. Его основные свойства и параметры. Схемы стабилизации напряжения на основе полупроводниковых стабилитронов
13. Туннельные диоды, их основные свойства. Схемы увеличения крутизны переднего и заднего фронтов импульсов на основе туннельного диода
14. Варикапы. Светодиоды и фотодиоды. Оптронные пары
15. Биполярные р-п-р и п-р-п транзисторы, их структуры, свойства. Основное уравнение токов для транзистора
16. Входные и выходные характеристики биполярного транзистора в схеме с общим эмиттером и схема для их определения
17. Режим работы закрытого состояния транзистора
18. Режим работы открытого состояния транзистор
19. Основные параметры транзистора
20. Однокаскадный транзисторный усилитель. Нагрузочная характеристика и ее построение. Выбор транзистора по заданной мощности нагрузки
21. Особенности работы однокаскадного транзисторного усилителя в ключевом режиме и при работе на активно-индуктивную нагрузку
22. Схемы группового соединения транзисторов в составе однокаскадного усилителя
23. Двухкаскадный транзисторный усилитель. Его нагрузочная характеристика
24. Определение параметров элементов усилителя по заданной мощности нагрузки
25. Двухкаскадный транзисторный усилитель с обратной положительной коллекторной связью. Схема, принцип действия, выходная характеристика. Выбор выходного транзистора
26. Двухкаскадный транзисторный усилитель с обратной положительной эмиттерной связью. Схема, принцип действия, выходная характеристика. Выбор выходного транзистора
27. Условия релейного режима, условия поляризации выходных характеристик двухкаскадных транзисторных усилителей с обратными положительными связями
28. Принципы и схемы построения транзисторных реле контроля различных физических величин (тока, напряжения, температуры, освещенности, давления и т.д.)
29. Простейший транзисторный регулятор постоянного тока с последовательным соединением транзистора и нагрузки с выходным напряжением $U_{\text{вых}} \leq U_{\text{пит}}$. Работа на активную на-грузку, законы ШИМ и ЧИМ- регулирования. Выбор транзистора
30. Простейший транзисторный регулятор постоянного тока с последовательным соединением транзистора и нагрузки с выходным напряжением $U_{\text{вых}} \leq U_{\text{пит}}$. Работа на активно-индуктивную нагрузку. Выбор транзистора

31. Простейший транзисторный регулятор постоянного тока с параллельным соединением транзистора и нагрузка с активным балластным элементом. Схема, принцип действия, принцип регулирования. Выбор транзистора
32. Простейший транзисторный регулятор постоянного тока с параллельным соединением транзистора и нагрузки с индуктивным балластным элементом. Схема, принцип действия, принцип регулирования. Выбор транзистора
33. Транзисторный регулятор постоянного тока с комбинированным регулированием мощности с индуктивным балластным элементом и активно-индуктивной нагрузкой. Схема, принцип действия, принцип регулирования. Выбор транзисторов
34. Простейший транзисторный регулятор переменного тока с последовательным соединением диодно-транзисторного моста и активной нагрузки. Схема, принцип действия, принцип регулирования. Выбор транзистора
35. Транзисторный регулятор переменного тока с комбинированным регулированием мощности с диодно-транзисторными ключами с индуктивным балластным элементом и активно-индуктивной нагрузкой. Выбор транзистора
36. Транзисторный инвертор-регулятор переменного тока. Схема, принцип действия, принцип регулирования. Выбор транзисторов
37. Транзисторный регулятор постоянного тока на основе транзисторного инвертора с выходным напряжением $U_{\text{вых}} \leq U_{\text{пит}}$. Схема, принцип действия, принцип регулирования. Выбор транзисторов
38. Транзисторный регулятор постоянного тока на основе транзисторного инвертора с выходным напряжением $U_{\text{пит}} < U_{\text{вых}} < U_{\text{пит}}$ Схема, принцип действия, принцип регулирования. Выбор транзисторов
39. Транзисторный регулятор с инверсией полярности выходного напряжения по отношению к входному. Схема, принцип действия, принцип регулирования
40. Полевой транзистор типа МОП. Обозначение, принцип действия. Передаточная и выходная характеристики. Преимущества и недостатки
41. Биполярный транзистор с изолированным затвором типа БТИЗ (или МОПБТ). Обозначение, принцип действия. Выходная характеристика
42. Область безопасной работы транзисторов. Ее значение для транзисторных коммутационных аппаратов-регуляторов
43. Тиристор. Структура, вольтамперная характеристика. Процесс включения и выключения однооперационного и двухоперационного тиристоров
44. Симметричные тиристоры. Основные свойства и вольтамперные характеристики
45. Статические параметры тиристоров
46. Динамические параметры тиристоров
47. Выключение однооперационного тиристора питающей сетью переменного тока
48. Выключение однооперационного тиристора потребляющей сетью переменного тока
49. Выключение однооперационного тиристора с помощью LC-контура при постоянном питающем напряжении
50. Выключение однооперационного тиристора с помощью предварительно заряженного конденсатора при постоянном питающем напряжении
51. Тиристорное реле максимального действия. Схема, принцип действия
52. Тиристорное реле минимального действия. Схема, принцип действия
53. Тиристорное реле времени. Схема, принцип действия

54. Однофазный тиристорный регулятор переменного тока. Схема, принцип действия. Выбор тиристорov
55. Фазовое регулирование мощности в тиристорном регуляторе переменного тока. Выбор тиристорov
56. Способы уменьшения влияния высших гармоник на питающую сеть переменного тока при регулировании мощности тиристорным регулятором переменного тока
57. Разновидности однофазных тиристорных регуляторов переменного тока. Схемы, принцип действия, сопоставление
58. Разновидности трехфазных тиристорных переключателей. Схемы, принцип действия, сопоставление. Выбор тиристорov
59. Тиристорный переключатель постоянного тока на основе тиристорного выпрямителя. Схема, принцип действия. Выбор тиристорov
60. Тиристорный переключатель постоянного тока на основе двухоперационного тиристора. Схема, принцип действия. Регулирование мощности. Выбор тиристора
61. Тиристорный переключатель постоянного тока на основе однооперационного тиристора с использованием коммутирующего конденсатора С. Схема, принцип действия, выбор тиристора и конденсатора. Регулирование мощности
62. Тиристорный переключатель постоянного тока на основе однооперационного тиристора с использованием коммутирующего LC-контурa. Схема, принцип действия, регулирование мощности. Выбор тиристорov и конденсатора
63. Тиристорный регулятор переменного тока с промежуточным звеном постоянного тока. Структурная схема, принцип действия. Регулирование мощности. Выбор тиристора
64. Тиристорный регулятор постоянного тока с промежуточным звеном переменного тока. Структурная схема, принцип действия. Регулирование мощности
65. Тиристорный регулятор переменного тока на однооперационных тиристорах с принудительным выключением тиристорov с помощью коммутирующего конденсатора С. Регулирование мощности
66. Тиристорный регулятор переменного тока на однооперационных тиристорах с принудительным выключением тиристорov с помощью коммутирующего LC-контурa. Регулирование мощности
67. Последовательное соединение тиристорov. Проблемы и способы их решения
68. Параллельное соединение тиристорov. Проблемы и способы их решения
69. Факторы, определяющие надежность работы электронного коммутационного аппарата
70. Газовые системы охлаждения электронных аппаратов
71. Жидкостные системы охлаждения электронных аппаратов
72. Комбинированные системы охлаждения электронных аппаратов
73. Структурная схема системы управления электронным аппаратом. Назначение системы управления и ее отдельных блоков
74. Схемы и принцип действия выходных формирователей или драйверов систем управления электронными аппаратами
75. Схемы и принцип действия временно сдвигающих устройств систем управления электронными аппаратами
76. Схемы входных устройств систем управления электронными аппаратами для контроля токов и напряжений с применением шунтов, делителей напряжения, трансформаторов тока, трансформаторов напряжения

77. Схемы входных устройств систем управления электронными аппаратами для контроля перемещений, усилий, освещенности, температуры, давления и других неэлектрических величин

LMS-платформа – не предусмотрена

5.4 Содержание контрольно-оценочных мероприятий по направлениям воспитательной деятельности

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения	Контрольно-оценочные мероприятия
Профессиональное воспитание	профориентационная деятельность целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности Технология самостоятельной работы	ПК-24	З-12 У-13 П-12	Зачет Лабораторные занятия Лекции Практические/семинарские занятия