

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 09 » октября 20 23 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Преобразовательные устройства
(наименование)

Форма обучения: очная
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: бакалавриат
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: 180 (5)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
(код и наименование направления)

Направленность: Электроэнергетика и электротехника (общий профиль, СУОС)
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины – освоение дисциплинарных компетенций по расчёту и проектированию современных преобразовательных устройств на основе силовых полупроводниковых приборов, которые позволят студентам успешно решать теоретические и практические задачи в профессиональной деятельности, связанной с проектированием, испытаниями и эксплуатацией.

Задачи учебной дисциплины:

- изучение принципов работы систем построенных на базе силовых полупроводниковых приборов;
- формирование умений по расчету и выбора силовых приборов и преобразователей;
- формирование навыков использования теоретических и практических материалов по силовым преобразователям для проектирования, монтажа и наладки электропривода, вставок постоянного тока, систем питания;
- формирование навыков проведения испытаний силовых преобразователей, обработки, анализа и представления результатов экспериментальных исследований.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты

- Силовые полупроводниковые приборы физические явления в них и основы теории полупроводниковых приборов.
- Классификация, назначение, основные схмотехнические решения преобразовательных устройств на базе полупроводниковых приборов.
- Методы проектирования, испытания и моделирования силовых преобразовательных устройств.

1.3. Входные требования

Не предусмотрены

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

| Компетенция | Индекс индикатора | Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть) | Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения | Средства оценки |
|-------------|-------------------|---|--|-----------------|
|-------------|-------------------|---|--|-----------------|

| Компетенция | Индекс индикатора | Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть) | Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения | Средства оценки |
|-------------|-------------------|--|---|----------------------------|
| ПК-2.1 | ИД-1ПК-2.1 | <ul style="list-style-type: none"> – знает классификацию, назначение, основные схмотехнические решения устройств преобразовательной техники; – знает силовые полупроводниковые приборы и преобразователи, как средства управления режимами работы, защиты и регулирования параметров электротехнических и электроэнергетических систем; – знает физические явления и основы теории полупроводниковых приборов | Знает основы электроники, схемы, состав оборудования, режим работы электротехнических и электроэнергетических установок различного назначения | Экзамен |
| ПК-2.1 | ИД-2ПК-2.1 | – умеет выполнять работы по расчету и проектированию силовых преобразователей в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации расчетов и проектирования | Умеет проектировать схемы, электротехнические и электроэнергетические установки | Защита лабораторной работы |
| ПК-2.1 | ИД-3ПК-2.1 | <ul style="list-style-type: none"> – владеет навыками выполнения расчетов, проектирования и конструирования параметров силовых полупроводниковых преобразователей и приборов; – владеет навыками анализа режимов работы силовых полупроводниковых приборов и преобразователей | Владеет навыками расчета схем и режимов работы электронных и электротехнических установок | Защита лабораторной работы |
| ПК-2.3 | ИД-1ПК-2.3 | – знает методы и этапы проектирования, испытания и моделирования силовых преобразовательных устройств; | Знает состав, этапы, последовательность и особенности предпроектного обследования и проектирования объектов | Экзамен |

| Компетенция | Индекс индикатора | Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть) | Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения | Средства оценки |
|-------------|-------------------|--|--|----------------------------|
| | | – знает принцип действия современных силовых полупроводниковых приборов, особенности их конструкции | профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования | |
| ПК-2.3 | ИД-2ПК-2.3 | – умеет производить выбор полупроводниковых приборов и преобразователей для систем оперативного тока электрических станций и подстанций, систем компенсации реактивной мощности на базе силовых преобразователей и вставок постоянного тока; | Умеет применять основные подходы и методики, программные и технические средства предпроектного обследования и проектирования объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования | Защита лабораторной работы |
| ПК-2.3 | ИД-3ПК-2.3 | – владеет навыками использования теоретических и практических материалов по силовым преобразователям при проектировании, монтаже, наладке и эксплуатации различных силовых полупроводниковых приборов и преобразователей; – владеет навыками эксплуатации и проведения стандартных испытаний силовых полупроводниковых приборов и преобразователей. | Владеет навыками использования основных программных и технических средств предпроектного обследования и проектирования объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования | Защита лабораторной работы |

3. Объем и виды учебной работы

| Вид учебной работы | Всего часов | Распределение по семестрам в часах | |
|--|-------------|------------------------------------|--|
| | | Номер семестра | |
| | | 6 | |
| 1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме: | 63 | 63 | |
| 1.1. Контактная аудиторная работа, из них: | | | |
| - лекции (Л) | 27 | 27 | |
| - лабораторные работы (ЛР) | 18 | 18 | |
| - практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ) | 14 | 14 | |
| - контроль самостоятельной работы (КСР) | 4 | 4 | |
| - контрольная работа | | | |
| 1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС) | 81 | 81 | |
| 2. Промежуточная аттестация | | | |
| Экзамен | 36 | 36 | |
| Дифференцированный зачет | | | |
| Зачет | | | |
| Курсовой проект (КП) | | | |
| Курсовая работа (КР) | | | |
| Общая трудоемкость дисциплины | 180 | 180 | |

4. Содержание дисциплины

| Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием | Объем аудиторных занятий по видам в часах | | | Объем внеаудиторных занятий по видам в часах |
|---|---|----|----|--|
| | Л | ЛР | ПЗ | СРС |
| 6-й семестр | | | | |
| Раздел 1. Элементная база устройств силовой электроники | 2 | 2 | 2 | 4 |
| Введение. Тема 1. Силовые полупроводниковые приборы. Тема 2. Параметры силовых полупроводниковых приборов. | | | | |
| Раздел 2. Неуправляемые и управляемые выпрямители. Зависимые (ведомые сетью) инверторы | 6 | 10 | 4 | 24 |
| Тема 3. Выпрямители. Тема 4. Коммутация токов в фазах питающего трансформатора. Тема 5. Инверторный режим работы тиристорных преобразователей. Тема 6. Трехфазный мостовой тиристорный преобразователь. Тема 7. Энергетические характеристики тиристорного электропривода постоянного тока. | | | | |

| Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием | Объем аудиторных занятий по видам в часах | | | Объем внеаудиторных занятий по видам в часах |
|--|---|----|----|--|
| | Л | ЛР | ПЗ | СРС |
| Раздел 3. Системы управления преобразовательными устройствами | 4 | 0 | 4 | 12 |
| Тема 8. Требования к параметрам управляющих (включающих) импульсов. Тема 9. Системы импульсно-фазового управления. Классификация и принципы построения. Тема 10. Основные узлы многоканальной системы импульсно-фазового управления. | | | | |
| Раздел 4. Способы реверса постоянного тока | 3 | 0 | 0 | 4 |
| Тема 11. Бесконтактные реверсивные схемы с двухкомплектными преобразователями. Тема 12. Системы с совместным и с отдельным управлением комплектами вентилей реверсивного преобразователя. | | | | |
| Раздел 5. Преобразователи постоянного тока | 3 | 2 | 2 | 12 |
| Тема 13. Виды преобразователей постоянного тока. Тема 14. Широтно-импульсные преобразователи. | | | | |
| Раздел 6. Преобразователи переменного напряжения. Преобразователи частоты (ПЧ) | 6 | 4 | 2 | 21 |
| Тема 15. Схемы преобразователей переменного напряжения. Классификация преобразователей частоты. Тема 16. Преобразователь частоты с непосредственной связью нагрузки с сетью. | | | | |
| Раздел 7. Аварийные режимы работы преобразователей | 3 | 0 | 0 | 4 |
| Тема 17. Внешние и внутренние аварии преобразователей. | | | | |
| ИТОГО по 6-му семестру | 27 | 18 | 14 | 81 |
| ИТОГО по дисциплине | 27 | 18 | 14 | 81 |

Тематика примерных практических занятий

| № п.п. | Наименование темы практического (семинарского) занятия |
|--------|---|
| 1 | Решение задач по разделу «Неуправляемые и управляемые выпрямители. Зависимые (ведомые сетью) инверторы» |
| 2 | Решение задач по разделу «Системы управления преобразовательными устройствами» |
| 3 | Решение задач по разделу «Преобразователи постоянного тока». |
| 4 | Решение задач по разделу «Преобразователи переменного напряжения. Преобразователи частоты (ПЧ)». |

Тематика примерных лабораторных работ

| № п.п. | Наименование темы лабораторной работы |
|--------|---------------------------------------|
|--------|---------------------------------------|

| № п.п. | Наименование темы лабораторной работы |
|--------|--|
| 1 | Исследование работы силовых полупроводниковых приборов |
| 2 | Исследование схем включения преобразователя и снятие графиков напряжения нагрузки |
| 3 | Исследование работы управляемых выпрямителей |
| 4 | Исследование работы выпрямителя при разных видах нагрузки |
| 5 | Исследование рабочих процессов в управляемых выпрямителях работающем на нагрузку на примере однофазной мостовой, трехфазной нулевой и мостовой схемы |
| 6 | Определение параметров и показателей, характеризующих работу выпрямителей |
| 7 | Исследование работы сглаживающих фильтров в цепи постоянного тока |
| 8 | Исследование работы ведомого инвертора |
| 9 | Исследование работы автономного однофазного параллельного инвертора тока |
| 10 | Исследование работы широтно-импульсного преобразователя постоянного напряжения |
| 11 | Характеристики неререверсивного последовательного широтно-импульсного преобразователя постоянного напряжения |
| 12 | Работа преобразователя частоты выполненного по мостовой и нулевой схемам на активно-индуктивную нагрузку |

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Печатная учебно-методическая литература

| № п/п | Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц) | Количество экземпляров в библиотеке |
|---|---|---|
| 1. Основная литература | | |
| 1 | Билоус О. А., Иванов А. П. Электронные преобразовательные устройства : учебное пособие для вузов. Пермь : Изд-во ПГТУ, 2010. 212 с. | 74 |
| 2 | Попков О. З. Основы преобразовательной техники : учебное пособие для вузов. 3-е изд., стер. Москва : Издат. дом МЭИ, 2010. 200 с. 12,5 усл. печ. л. | 10 |
| 2. Дополнительная литература | | |
| 2.1. Учебные и научные издания | | |
| 1 | Кантер И. И. Преобразовательные устройства в системах электроснабжения : учебное пособие для вузов. Саратов : Изд-во СГУ, 1989. 258 с. 15,11 усл. печ. л. | 5 |
| 2 | Мелешин В. И. Транзисторная преобразовательная техника. Москва : Техносфера, 2005. 627 с. | 31 |
| 3 | Онищенко Г. Б., Соснин О. М. Силовая электроника: силовые полупроводниковые преобразователи для электропривода и электроснабжения : учебное пособие. Москва : ИНФРА-М, 2016. 122 с. 7,63 усл. печ. л. | 2 |
| 2.2. Периодические издания | | |
| | Не используется | |
| 2.3. Нормативно-технические издания | | |
| | Не используется | |
| 3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины | | |
| | Не используется | |
| 4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента | | |
| | Не используется | |

6.2. Электронная учебно-методическая литература

| Вид литературы | Наименование разработки | Ссылка на информационный ресурс | Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ) |
|---------------------------|---|---|---|
| Дополнительная литература | Билоус, О. А. Электронные преобразовательные устройства : учебное пособие / О. А. Билоус, А. П. Иванов. — Пермь : ПНИПУ, 2009. — 213 с. — ISBN 978-5-398-00430-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система | https://e.lanbook.com/book/160305 | локальная сеть; свободный доступ |
| Дополнительная литература | Никитин, В. В. Преобразовательная техника : учебное пособие / В. В. Никитин, Е. Г. Серeda, Б. А. Трифонов. — Санкт-Петербург : ПГУПС, 2014. — 100 с. — ISBN 978-5-7641-0589-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система | https://e.lanbook.com/book/64391 | локальная сеть; свободный доступ |
| Дополнительная литература | Повышение эффективности систем тягового электроснабжения переменного и постоянного тока и сокращение потерь электрической энергии в них : монография / В. Т. Черемисин, В. А. Кващук, Ю. В. Кондратьев [и др.]. — Омск : ОмГУПС, 2014. — 145 с. — ISBN 978-5-94 | https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-129465 | локальная сеть; свободный доступ |

6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

| Вид ПО | Наименование ПО |
|--|---|
| Операционные системы | Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching) |
| Офисные приложения. | Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567 |
| Прикладное программное обеспечение общего назначения | MATLAB 7.9 + Simulink 7.4 Academic, ПНИПУ 2009 г. |
| Прикладное программное обеспечение общего назначения | Scilab лиц. GNU GPL v2 |

6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

| Наименование | Ссылка на информационный ресурс |
|--|---|
| Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета | http://lib.pstu.ru/ |
| Электронно-библиотечная система Лань | https://e.lanbook.com/ |
| Электронно-библиотечная система IPRbooks | http://www.iprbookshop.ru/ |
| Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс | http://www.consultant.ru/ |
| Информационно-справочная система нормативно-технической документации "Техэксперт: нормы, правила, стандарты и законодательства России" | https://техэксперт.сайт/ |

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

| Вид занятий | Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения | Количество единиц |
|----------------------|---|-------------------|
| Лабораторная работа | Лабораторный учебный комплекс для проведения лабораторных работ по дисциплине «Преобразовательные устройства» | 2 |
| Лекция | Проектор, экран, ПК или ноутбук, маркерная доска | 1 |
| Практическое занятие | Проектор, экран, ПК или ноутбук, маркерная доска | 1 |

8. Фонд оценочных средств дисциплины

| |
|------------------------------|
| Описан в отдельном документе |
|------------------------------|

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«Пермский национальный исследовательский политехнический
университет»**

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине
«Преобразовательные устройства»

Приложение к рабочей программе дисциплины

| | |
|--|---|
| Направление подготовки: | 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника |
| Направленность (профиль) образовательной программы: | Накопители энергии, передача и распределение электрической энергии |
| Квалификация выпускника: | «Бакалавр» |
| Выпускающая кафедра: | Микропроцессорных средств автоматизации |
| Форма обучения: | Очная |

Курс: 3

Семестр: 6

Трудоёмкость:

| | | |
|--------------------------------------|-----|----|
| Кредитов по рабочему учебному плану: | 5 | ЗЕ |
| Часов по рабочему учебному плану: | 180 | ч. |

Форма промежуточной аттестации:

Экзамен: 6 семестр

Пермь 2023

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (6-го семестра учебного плана) и разбито на 3 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные и лабораторные занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируется компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по лабораторным работам и экзамена. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

| Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы) | Вид контроля | | | | |
|---|--------------|-----|----------|------|---------------------|
| | Текущий | | Рубежный | | Итоговый Экзамен |
| | С | ТО | ОЛР | Т/КР | |
| Усвоенные знания | | | | | |
| 3.1 Знать классификацию, назначение, основные схемотехнические решения устройств силовой электроники; | | ТО1 | | КР1 | ТВ |
| 3.2 Знать силовые полупроводниковые приборы и преобразователи, как средства управления режимами работы, защиты и регулирования параметров электротехнических и электроэнергетических систем; | | ТО2 | | КР1 | ТВ |
| 3.3 Знать физические явления в полупроводниковых приборах и основы теории полупроводниковых приборов | | ТО3 | | КР2 | ТВ |
| 3.4 Знать принцип действия современных силовых полупроводниковых приборов, особенности их конструкции | | ТО4 | | КР3 | ТВ |

| | | | | | |
|--|--|-----|---------------------------------|-----|----|
| 3.5 Знать методы проектирования, испытания и моделирования силовых преобразовательных устройств | | ТО5 | | КР3 | ТВ |
| Освоенные умения | | | | | |
| У.1 Уметь производить выбор полупроводниковых приборов электрического привода, систем оперативного тока электрических станций и подстанций, систем компенсации реактивной мощности на базе статических тиристорных компенсаторов и вставок постоянного тока | | | ОЛР1 | КР2 | ПЗ |
| У.2 Уметь выполнять работы по расчету и проектированию силовых преобразователей в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации расчетов и проектирования | | | ОЛР2 | КР1 | ПЗ |
| У.3 Уметь использовать на практике методы и критерии выбора силовых преобразователей для систем автоматизации технологических процессов и электроснабжения | | | ОЛР1 | КР2 | ПЗ |
| Приобретенные владения | | | | | |
| В.1 Владеть навыками использования теоретических и практических материалов по силовым преобразователям при проектировании, монтаже, наладке и эксплуатации различных силовых полупроводниковых приборов и преобразователей | | | ОЛР3 ОЛР6 | | ПЗ |
| В.2 Владеть навыками выполнения расчетов, проектирования и конструирования параметров силовых полупроводниковых преобразователей и приборов | | | ОЛР4 ОЛР7 | | ПЗ |
| В.3 Владеть навыками анализа режимов работы силовых полупроводниковых приборов и преобразователей | | | ОЛР5 ОЛР9 | | ПЗ |
| В.4 Владеть навыками эксплуатации и проведения стандартных испытаний силовых полупроводниковых приборов и преобразователей | | | ОЛР3 ОЛР10 ОЛР11 ОЛР12 | | ПЗ |

С – собеседование по теме; ТО – коллоквиум (теоретический опрос); КЗ – кейс-задача (индивидуальное задание); ОЛР – отчет по лабораторной работе; Т/КР – рубежное тестирование (контрольная работа); ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КЗ – комплексное задание экзамена.

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде экзамена, проводимая с учетом результатов текущего и рубежного контроля.

2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных

компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;

- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;

- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланчного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;

- контроль остаточных знаний.

2.1. Текущий контроль усвоения материала

Текущий контроль усвоения материала в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

2.2. Рубежный контроль

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме защиты лабораторных работ и рубежных контрольных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

2.2.1. Защита лабораторных работ

Всего запланировано 12 лабораторных работ. Типовые темы лабораторных работ приведены в РПД.

Защита лабораторной работы проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.2.2. Рубежная контрольная работа

Согласно РПД запланировано 3 рубежные контрольные работы (КР) после освоения студентами учебных модулей дисциплины. Первая КР по модулю 1 «Элементная база устройств силовой электроники. Выпрямители и зависимые

инверторы», вторая КР – по модулю 2 «Системы управления преобразовательными устройствами. Реверс вентильного АЭП постоянного тока», третья КР – по модулю 3 «Преобразователи постоянного тока. Преобразователи переменного напряжения. Преобразователи частоты».

Типовые задания первой КР:

1. Пояснить особенности и дать классификацию СПП.
2. Построить диаграмму изменения мгновенной величины выпрямленного тока.

Типовые задания второй КР:

1. Перечислить основные функции системы управления ТП.
2. Пояснить принцип работы систем, работающих в зависимости от знака сигнала рассогласования.

Типовые задания третьей КР:

1. Перечислить способы улучшения энергетических характеристик преобразователя.
2. Построить диаграмму изменения мгновенной величины выходного напряжения заданного вида преобразователя.

Типовые шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.3. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех лабораторных работ и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в виде экзамена по дисциплине устно по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний и практические задания (ПЗ) для проверки усвоенных умений и для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности *всех* заявленных компетенций. Форма билета представлена в общей части ФОС образовательной программы.

2.3.1. Типовые вопросы и задания для экзамена по дисциплине

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Токи вторичных и первичных обмоток питающего трансформатора для трехфазной нулевой схемы выпрямления.
2. Рабочие процессы в тиристорном преобразователе при мгновенной коммутации. Зависимость $E_d = f(U_2, \alpha)$. Регулировочные характеристики.
3. Коммутация токов в фазах питающего трансформатора тиристорного преобразователя при переключении вентилей.
4. Величина мгновенного напряжения на нагрузке в зоне коммутации токов. Средняя величина падения напряжения в ТП, связанная с коммутацией.

5. Внешние характеристики ТП при непрерывном и прерывистом токе в нагрузке.

Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений:

1. Расчёт токов вторичных и первичных обмоток питающего трансформатора для мостовых схем выпрямления.
2. Построение диаграммы напряжения и тока тиристорных преобразователей в режиме прерывистых токов для активной нагрузки.
3. Расчет параметров средств и способов защиты от коротких замыканий плавкими предохранителями.

Полный перечень теоретических вопросов и практических заданий в форме утвержденного комплекта экзаменационных билетов хранится на выпускающей кафедре.

2.3.2. Шкалы оценивания результатов обучения на экзамене

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания путем выборочного контроля во время экзамена.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче экзамена для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.

3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций

3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при экзамене считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Типовые критерии и шкалы оценивания уровня сформированности компонентов компетенций приведены в общей части ФОС образовательной программы.

3.2. Оценка уровня сформированности компетенций

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде экзамена используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.