МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УР
_____Сенченко П.В.
«22» _____02_____ 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВЫ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль) / специализация: **Промышленная электроника**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Факультет электронной техники (ФЭТ)**
Кафедра: **Кафедра промышленной электроники (ПрЭ)**
Курс: **3**
Семестр: **5**
Учебный план набора 2023 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	5 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	36	36	часов
Практические занятия	20	20	часов
в т.ч. в форме практической подготовки	12	12	часов
Лабораторные занятия	16	16	часов
в т.ч. в форме практической подготовки	8	8	часов
Самостоятельная работа	36	36	часов
Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	144	144	часов
	4	4	з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр
Экзамен	5

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В.
Должность: Проректор по УР
Дата подписания: 22.02.2023
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 77789

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Приобретение обучающимися знаний необходимых для понимания принципов построения и функционирования базовых схем выпрямителей и ведомых инверторов для анализа электромагнитных процессов.

2. Формирование навыков расчета электромагнитных процессов, определения энергетических показателей, приобретение практических навыков проектирования, моделирования и исследования базовых схем выпрямителей и инверторов.

1.2. Задачи дисциплины

1. Изучить основы преобразования электрической энергии переменного тока в энергию постоянного тока.

2. Изучить обобщенную методику анализа электромагнитных процессов и энергетических показателей базовых схем выпрямителей при работе с разными типами нагрузок.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).

Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.

Модуль дисциплин: Модуль направленности (профиля) (major).

Индекс дисциплины: Б1.В.02.03.03.

Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):

Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Компетенция	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Универсальные компетенции		
-	-	-
Общепрофессиональные компетенции		
-	-	-
Профессиональные компетенции		
ПК-3. Способен выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	ПК-3.1. Знает принципы конструирования отдельных аналоговых блоков электронных приборов	Знает основные принципы и методологию конструирования различных аналоговых блоков электронных приборов.
	ПК-3.2. Умеет проводить оценочные расчеты характеристик электронных приборов	Умеет проводить необходимые оценочные расчеты характеристик различных электронных приборов.
	ПК-3.3. Владеет навыками подготовки принципиальных и монтажных электрических схем	Владеет навыками подготовки принципиальных и монтажных схем в соответствии с требованиями ГОСТ и ЕСКД.

4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся

Согласована на портале № 77789

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		5 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	72	72
Лекционные занятия	36	36
Практические занятия	20	20
Лабораторные занятия	16	16
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	36	36
Подготовка к тестированию	12	12
Выполнение индивидуального задания	16	16
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	8	8
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость (в часах)	144	144
Общая трудоемкость (в з.е.)	4	4

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Названия разделов (тем) дисциплины	Лек. зан., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб.	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
5 семестр						
1 Методологические основы анализа преобразователей электрической энергии.	4	2	-	2	8	ПК-3
2 Преобразование переменного тока в постоянный при идеальных параметрах преобразователей.	14	8	-	10	32	ПК-3
3 Преобразование переменного тока в постоянный с учетом реальных параметров элементов преобразователя.	10	6	16	20	52	ПК-3
4 Преобразователи переменного тока в постоянный с коррекцией коэффициента мощности.	8	4	-	4	16	ПК-3
Итого за семестр	36	20	16	36	108	
Итого	36	20	16	36	108	

5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

Согласована на портале № 77789

Названия разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)	Трудоемкость (лекционные занятия), ч	Формируемые компетенции
5 семестр			
1 Методологические основы анализа преобразователей электрической энергии.	Классификация преобразователей электрической энергии. Системный подход к анализу преобразователей параметров электрической энергии. Системный подход к анализу выпрямителей. Энергетические показатели преобразования энергии вентильными преобразователями.	4	ПК-3
	Итого	4	
2 Преобразование переменного тока в постоянный при идеальных параметрах преобразователей.	Общие положения преобразования переменного тока в постоянный. Выпрямитель однофазного тока с нулевым выводом. Выпрямитель однофазного тока по мостовой схеме. Выпрямитель трехфазного тока с нулевым выводом. Шестифазный выпрямитель трехфазного тока с нулевым выводом. Выпрямитель трехфазного тока по мостовой схеме. Эквивалентные многофазные схемы выпрямления. Высшие гармоники выпрямленного напряжения и первичного тока выпрямителей. Сравнительный анализ схем выпрямления переменного тока в постоянный.	14	ПК-3
	Итого	14	
3 Преобразование переменного тока в постоянный с учетом реальных параметров элементов преобразователя.	Процесс коммутации токов. Коммутация в выпрямителях однофазного тока . Коммутация в многофазных схемах выпрямления.	10	ПК-3
	Итого	10	

Согласована на портале № 77789

4 Преобразователи переменного тока в постоянный с коррекцией коэффициента мощности.	Мощность на входе преобразователя и ее составляющие. Выпрямители с нулевым диодом. Диодно-тиристорные выпрямители. Выпрямители со ступенчатым регулированием выпрямленного напряжения. Выпрямители с усложненными алгоритмами управления.	8	ПК-3
	Итого	8	
	Итого за семестр	36	
	Итого	36	

5.3. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.3.

Таблица 5.3. – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
5 семестр			
1 Методологические основы анализа преобразователей электрической энергии.	Интегральный и спектральный методы расчета энергетических показателей выпрямителей.	2	ПК-3
	Итого	2	
2 Преобразование переменного тока в постоянный при идеальных параметрах преобразователей.	Расчет параметров базовых схем однофазных и трехфазных выпрямителей при идеальных параметрах элементов выпрямителей.	8	ПК-3
	Итого	8	
3 Преобразование переменного тока в постоянный с учетом реальных параметров элементов преобразователя.	Расчет электромагнитных процессов и энергетических показателей базовых схем однофазных и трехфазных выпрямителей с использованием теории, учитывающей параметры реальных компонентов.	6	ПК-3
	Итого	6	
4 Преобразователи переменного тока в постоянный с коррекцией коэффициента мощности.	Расчет коэффициента мощности выпрямителей однофазного и трехфазного тока со ступенчатым регулированием выпрямленного напряжения.	4	ПК-3
	Итого	4	
	Итого за семестр	20	
	Итого	20	

5.4. Лабораторные занятия

Согласована на портале № 77789

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
5 семестр			
3 Преобразование переменного тока в постоянный с учетом реальных параметров элементов преобразователя.	Исследование однофазных маломощных выпрямителей и сглаживающих фильтров.	4	ПК-3
	Исследование управляемого выпрямителя однофазного тока с нулевым выводом трансформатора	4	ПК-3
	Исследование выпрямителей трехфазного тока.	4	ПК-3
	Исследование однофазного инвертора ведомого сетью.	4	ПК-3
	Итого	16	
Итого за семестр		16	
Итого		16	

5.5. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6. – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов (тем) дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
5 семестр				
1 Методологические основы анализа преобразователей электрической энергии.	Подготовка к тестированию	2	ПК-3	Тестирование
	Итого	2		
2 Преобразование переменного тока в постоянный при идеальных параметрах преобразователей.	Подготовка к тестированию	2	ПК-3	Тестирование
	Выполнение индивидуального задания	8	ПК-3	Индивидуальное задание
	Итого	10		
3 Преобразование переменного тока в постоянный с учетом реальных параметров элементов преобразователя.	Подготовка к тестированию	4	ПК-3	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	8	ПК-3	Лабораторная работа
	Выполнение индивидуального задания	8	ПК-3	Индивидуальное задание
	Итого	20		

Согласована на портале № 77789

4 Преобразователи переменного тока в постоянный с коррекцией коэффициента мощности.	Подготовка к тестированию	4	ПК-3	Тестирование
	Итого	4		
Итого за семестр		36		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		72		

5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности представлено в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Формируемые компетенции	Виды учебной деятельности				Формы контроля
	Лек. зан.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ПК-3	+	+	+	+	Индивидуальное задание, Лабораторная работа, Тестирование, Экзамен

6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Балльные оценки

Формы контроля	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
5 семестр				
Индивидуальное задание	0	10	15	25
Лабораторная работа	0	10	20	30
Тестирование	5	5	5	15
Экзамен				30
Итого максимум за период	5	25	40	100
Нарастающим итогом	5	30	70	100

6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Пересчет баллов в оценки за текущий контроль представлен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Баллы на дату текущего контроля	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату ТК	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату ТК	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату ТК	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату ТК	2

Согласована на портале № 77789

6.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 – 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 – 89	B (очень хорошо)
	75 – 84	C (хорошо)
	70 – 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 – 69	
	60 – 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. Основы преобразовательной техники: Учебное пособие / Б. И. Коновалов - 2007. 158 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/821.

7.2. Дополнительная литература

1. Полупроводниковые выпрямители / Беркович Е.И., Ковалев В.Н., Ковалев Ф.И. и др.; Под ред. Ф.И. Ковалева и Г.П. Мостковой. - 2-е изд., переработ. М.: Энергия, 1978 - 448 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 54 экз.).

2. Бирюков В.В. Основы преобразования энергии в электротехнических системах: учебник / В.В. Бирюков. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2015. – 351 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://reader.lanbook.com/book/118059#256.

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Основы преобразовательной техники: Учебно-методическое пособие / В. Д. Семенов, Б. И. Коновалов, В. С. Мишуров - 2006. 97 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/822.

2. Основы преобразовательной техники: Руководство к организации самостоятельной работы / В. Д. Семенов, В. С. Мишуров - 2007. 132 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/932.

7.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

7.4. Современные профессиональные базы данных

Согласована на портале № 77789

и информационные справочные системы

1. При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh.

8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

8.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с достаточным количеством посадочных мест для учебной группы, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются мультимедийное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Лаборатория импульсных систем и преобразовательной техники / Лаборатория ГПО: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ); 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 320 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Персональные компьютеры (15 шт.);
- Цифровой осциллограф DSO 3062A (10 шт.);
- Осциллограф АСК 1021 (6 шт.);
- Интерактивная доска – «Smart-board» DViT;
- Учебный лабораторный комплекс «Силовая электроника»;
- Лабораторные стенды: "Для исследования однофазных выпрямителей и фильтров" (3 шт.), "Для исследования звена повышенной частоты" (3 шт.), "Для исследования инвертора напряжения" (13 шт.), "Для исследования инвертора тока" (3 шт.), "Для исследования НПН" (13 шт.), "Для исследования источников питания" (13 шт.), "Для исследования трехфазных выпрямителей" (3 шт.), "Для исследования УЭЭ с импульсной модуляцией" (13 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- ASIMEC;
- Far Manager;
- Google Chrome;
- LTspice 4;
- Mathworks Matlab;
- Microsoft Visio 2010;
- Mozilla Firefox;
- PTC Mathcad 13, 14;
- Windows XP;

8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Лаборатория импульсных систем и преобразовательной техники / Лаборатория ГПО: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ); 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 320 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Персональные компьютеры (15 шт.);
- Цифровой осциллограф DSO 3062A (10 шт.);
- Осциллограф АСК 1021 (6 шт.);
- Интерактивная доска – «Smart-board» DViT;

Согласована на портале № 77789

- Учебный лабораторный комплекс «Силовая электроника»;
- Лабораторные стенды: "Для исследования однофазных выпрямителей и фильтров" (3 шт.), "Для исследования звена повышенной частоты" (3 шт.), "Для исследования инвертора напряжения" (13 шт.), "Для исследования инвертора тока" (3 шт.), "Для исследования НПН" (13 шт.), "Для исследования источников питания" (13 шт.), "Для исследования трехфазных выпрямителей" (3 шт.), "Для исследования УЭЭ с импульсной модуляцией" (13 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- ASIMEC;
- Far Manager;
- Google Chrome;
- LTspice 4;
- Mathworks Matlab;
- Microsoft Visio 2010;
- PTC Mathcad 13, 14;
- Windows XP;

8.4. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:
- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 209 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:
- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

8.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями зрения** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

Согласована на портале № 77789

9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

Названия разделов (тем) дисциплины	Формируемые компетенции	Формы контроля	Оценочные материалы (ОМ)
1 Методологические основы анализа преобразователей электрической энергии.	ПК-3	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
2 Преобразование переменного тока в постоянный при идеальных параметрах преобразователей.	ПК-3	Индивидуальное задание	Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
3 Преобразование переменного тока в постоянный с учетом реальных параметров элементов преобразователя.	ПК-3	Индивидуальное задание	Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
4 Преобразователи переменного тока в постоянный с коррекцией коэффициента мощности.	ПК-3	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

Оценка	Баллы за ОМ	Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения		
		знать	уметь	владеть
2 (неудовлетворительно)	< 60% от максимальной суммы баллов	отсутствие знаний или фрагментарные знания	отсутствие умений или частично освоенное умение	отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков

Согласована на портале № 77789

3 (удовлетворительно)	от 60% до 69% от максимальной суммы баллов	общие, но не структурированные знания	в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение	в целом успешное, но не систематическое применение навыков
4 (хорошо)	от 70% до 89% от максимальной суммы баллов	сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков
5 (отлично)	≥ 90% от максимальной суммы баллов	сформированные систематические знания	сформированное умение	успешное и систематическое применение навыков

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

Оценка	Формулировка требований к степени компетенции
2 (неудовлетворительно)	Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или Знать на уровне **ориентирования**, представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения.
3 (удовлетворительно)	Знать и уметь на **репродуктивном** уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях.
4 (хорошо)	Знать, уметь, владеть на **аналитическом** уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения.
5 (отлично)	Знать, уметь, владеть на **системном** уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины.

9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

1. В схеме идеализированного однополупериодного выпрямителя амплитуда синусоидального напряжения первичной обмотки трансформатора 100 В, выпрямленное напряжение 20 В. Определить коэффициент трансформации трансформатора.
   а) 1,59;
   б) 2,16;
   в) 3,42;
   г) 7,18.
2. В схеме идеализированного мостового однофазного выпрямителя амплитуда синусоидального напряжения первичной обмотки трансформатора 150 В, выпрямленное

Согласована на портале № 77789

напряжение 12 В. Определить коэффициент трансформации трансформатора.
а) 2,65;
б) 4,35;
в) 6,42;
г) 7,95.

3. В схеме идеализированного однополупериодного выпрямителя амплитуда основной гармоники выпрямленного напряжения 5 В. Определить амплитуду синусоидального напряжения вторичной обмотки трансформатора.
а) 5 В;
б) 10 В;
в) 15 В;
г) 20 В.
4. В схеме идеализированного однофазного нулевого выпрямителя амплитуда основной гармоники выпрямленного напряжения 10 В. Определить амплитуду синусоидального напряжения вторичной обмотки трансформатора.
а) 15,25 В;
б) 18,25 В;
в) 23,45 В;
г) 28,65 В.
5. В схеме идеализированного однофазного мостового выпрямителя амплитуда основной гармоники выпрямленного напряжения 15 В. Определить амплитуду синусоидального напряжения вторичной обмотки трансформатора.
а) 15,27 В;
б) 18,23 В;
в) 35,17 В;
г) 42,19 В.
6. В схеме идеализированного однополупериодного выпрямителя амплитуда основной гармоники выпрямленного
напряжения 9 В, коэффициент трансформации трансформатора 5. Определить действующее значение напряжения
первичной обмотки трансформатора.
а) 45,2 В;
б) 63,7 В;
в) 85,4 В;
г) 92,9 В.
7. Среднее значение выпрямленного напряжения однофазного неуправляемого выпрямителя с нулевым выводом трансформатора при работе на активную нагрузку определяется по формуле:

а) $U_d = \frac{2\sqrt{2}}{\pi}U_2$; б) $U_d = \frac{\sqrt{2}}{\pi}U_2(1+\cos\alpha)$; в) $U_d = \frac{3\sqrt{6}}{2\pi}U_2$; г) $U_d = \frac{3\sqrt{6}}{\pi}U_2$.

8. В схеме идеализированного однофазного нулевого выпрямителя амплитуда основной гармоники выпрямленного
напряжения 7 В, коэффициент трансформации трансформатора 6. Определить действующее значение напряжения первичной обмотки трансформатора.
а) 37,2 В;
б) 42,5 В;
в) 69,7 В;
г) 78,9 В
9. В схеме идеализированного однополупериодного выпрямителя амплитуда обратного напряжения диода 150 В,
среднее значение тока диода 12 А. Определить мощность выпрямленного тока.
а) 370 Вт;
б) 573 Вт;
в) 854 Вт;
г) 929 Вт.
10. Среднее значение выпрямленного напряжения однофазного неуправляемого мостового

Согласована на портале № 77789

выпрямителя при работе на активную нагрузку определяется по формуле:

$$1.\ U_d = \frac{2\sqrt{2}}{\pi}U_2;\quad 2.\ U_d = \frac{\sqrt{2}}{\pi}U_2(1+\cos\alpha);\quad 3.\ U_d = \frac{3\sqrt{6}}{2\pi}U_2;\quad 4.\ U_d = \frac{3\sqrt{6}}{\pi}U_2.$$

9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

1. Два диода включены параллельно, суммарный ток через них 100А. У первого диода пороговое напряжение 1,2 В и динамическое сопротивление 0,06 Ом, у второго диода соответственно 1,0 В и 0,04 Ом. Определить ток первого диода.
2. В схеме идеализированного однофазного нулевого выпрямителя диоды работают в следующем режиме: амплитуда
обратного напряжения 100 В, среднее значение тока 10 А. Определить мощность выпрямленного тока.
3. В схеме идеализированного однофазного мостового выпрямителя действующие значения напряжений первичной и вторичной обмоток трансформатора соответственно 200 В и 50 В, мощность выпрямленного тока 200 Вт. Определить действующее значение тока первичной обмотки трансформатора.
4. В схеме идеализированного однополупериодного выпрямителя действующее значение тока вторичной обмотки трансформатора 5 А, амплитуда обратного напряжения диода 400 В. Определить мощность выпрямленного тока.
5. В схеме идеализированного однофазного нулевого управляемого выпрямителя амплитуда напряжения вторичных обмоток трансформатора 25 В, сопротивление нагрузки 12 Ом. Определить среднее значение при угле управления тиристорами 25 градусов.
6. Однофазный мостовой выпрямитель. Схема, принцип работы, основные показатели.
7. Однофазный выпрямитель со средней точкой. Схема, принцип работы, основные показатели.
8. Коммутационные процессы в однофазном выпрямителе.
9. Трехфазный мостовой выпрямитель. Схема, принцип работы, основные показатели.
10. Трехфазный выпрямитель со средней точкой. Схема, принцип работы, основные показатели.
11. Однофазный управляемый выпрямитель. Схема, принцип работы, основные показатели.
12. Трехфазный управляемый выпрямитель. Схема, принцип работы, основные показатели.
13. Инвертор ведомый сетью. Схема, принцип работы, основные показатели.
14. Многофазные выпрямители. Схема, принцип работы, основные показатели.

9.1.3. Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий

1. Идеальный однофазный мостовой выпрямитель работает на активное сопротивление и индуктивность. Среднее значение выпрямленного напряжения 100 В, сопротивление нагрузки 10 Ом. Определить амплитудное значение токов вентилей. Представить временные диаграммы токов и напряжений для всех элементов схемы.
2. Определить действующее значение тока вторичной обмотки трансформатора, если мощность, отдаваемая
идеальным однополупериодным выпрямителем в нагрузку, равна 150Вт, а выпрямленное напряжение 75В.
3. В выпрямителе однофазного тока по мостовой схеме для сглаживания выпрямленного напряжения и тока
используется многозвенный сглаживающий фильтр – С0-фильтр, L1C1-фильтр и L2C2-фильтр. Коэффициент
пульсаций напряжения на выходе С0-фильтра 0,1, коэффициент пульсаций напряжения на выходе L2C2-фильтра 0,001. Сопротивление нагрузки 50 Ом. Частота колебаний переменного напряжения на первичной стороне трансформатора 50 Гц. Определите параметры многозвенного сглаживающего фильтра – емкости конденсаторов С0, С1, С2 и индуктивности дросселей L1, L2.
4. В идеальном однофазном выпрямителе с нулевой выводом вторичной обмотки трансформатора использованы

Согласована на портале № 77789

диоды со средним током 10А, обратным максимальным напряжением 400В. Нагрузка выпрямителя активная. Определить мощность в цепи выпрямленного тока.

5. Выпрямленное напряжение холостого хода однофазного мостового выпрямителя 220 В, ток нагрузки 20А, индуктивное сопротивление рассеяния фазы трансформатора 1,2 Ом. Требуется определить угол коммутации, представить временные диаграммы токов и напряжений.

9.1.4. Темы лабораторных работ

1. Исследование однофазных маломощных выпрямителей и сглаживающих фильтров.
2. Исследование управляемого выпрямителя однофазного тока с нулевым выводом трансформатора
3. Исследование выпрямителей трехфазного тока.
4. Исследование однофазного инвертора ведомого сетью.

9.2. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

– чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе / электронном журнале по дисциплине.

9.3. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 9.4.

Таблица 9.4 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)

Согласована на портале № 77789

С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки

9.4. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

– в печатной форме;
– в печатной форме с увеличенным шрифтом;
– в форме электронного документа;
– методом чтения ассистентом задания вслух;
– предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

– письменно на бумаге;
– набор ответов на компьютере;
– набор ответов с использованием услуг ассистента;
– представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 77789

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ПрЭ
протокол № 19 от «16» 12 2022 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. ПрЭ	С.Г. Михальченко	Согласовано, 706957f1-d2eb-4f94-b533-6139893cfd5a
Заведующий обеспечивающей каф. ПрЭ	С.Г. Михальченко	Согласовано, 706957f1-d2eb-4f94-b533-6139893cfd5a
И.О. начальника учебного управления	И.А. Лариошина	Согласовано, c3195437-a02f-4972-a7c6-ab6ee1f21e73

ЭКСПЕРТЫ:

Профессор, каф. ПрЭ	Н.С. Легостаев	Согласовано, 6332ca5f-c16e-4579-bbc4-ee49773dfd8d
Доцент, каф. ПрЭ	Д.О. Пахмурин	Согласовано, ce9e048a-2a49-44a0-b2ab-bc9421935400

РАЗРАБОТАНО:

Старший преподаватель, каф. ПрЭ	В.Н. Башкиров	Разработано, d915ccac-f16f-44fd-9263-481885eaf50c
Профессор, каф. ПрЭ	Н.С. Легостаев	Разработано, 6332ca5f-c16e-4579-bbc4-ee49773dfd8d

Согласована на портале № 77789