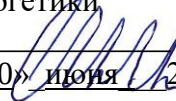


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Директор Инженерной школы
энергетики

 А.С. Матвеев
«30» июня 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2020 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

СИЛОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

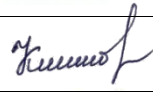
Направление подготовки/ специальность	13.04.02 Электроэнергетика и электротехника		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Электроснабжение и альтернативная энергетика		
Специализация	Оптимизация развивающихся систем электроснабжения		
Уровень образования	высшее образование - магистратура		
Курс	2	семестр	3
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	6		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	16	
	Практические занятия	32	
	Лабораторные занятия	16	
	ВСЕГО	64	
Самостоятельная работа, ч			152
в т.ч. отдельные виды самостоятельной работы с выделенной промежуточной аттестацией (курсовой проект, курсовая работа)			курсовая работа
ИТОГО, ч			216

Вид промежуточной
аттестации

экзамен, диф.зачет	Обеспечивающее подразделение	ОЭЭ
-----------------------	---------------------------------	-----

И.о. заведующего кафедрой -
руководителя отделения на
правах кафедры
Руководитель ООП

Преподаватель

	Ивашутенко А.С.
	Рахматуллин И.А.
	Плотников И.А.

2020 г.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 5.4 Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
ОПК(У)-1	Способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать критерии оценки	И.ОПК(У)-1.1	Формулирует цели и задачи исследования	ОПК(У)-1.131	Знает научную проблематику в своей области знаний
				ОПК(У)-1.1У1	Умеет правильно формулировать цели и задачи исследования
				ОПК(У)-1.1В1	Владеет опытом постановки целей и задач исследования
		И.ОПК(У)-1.2	Определяет последовательность решения задач	ОПК(У)-1.231	Знает аспекты системности и математизации научных исследований
				ОПК(У)-1.2У1	Умеет выстраивать траекторию достижения поставленных целей
				ОПК(У)-1.2В1	Владеет опытом решения сложных задач
		И.ОПК(У)-1.3	Формулирует критерии принятия решения	ОПК(У)-1.331	Знает основные критерии оценки достижения целей
				ОПК(У)-1.3У1	Умеет правильно формулировать критерии принятия решения
				ОПК(У)-1.3В1	Владеет опытом принятия решений согласно установленным критериям
ПК(У)-7	Способен применять методы создания и анализа моделей, позволяющих прогнозировать свойства и поведение электроэнергетических устройств и систем	И.ПК(У)-7.1	Разрабатывает модели источников, преобразователей и потребителей электрической энергии	ПК(У)-7.1В1	Владеет опытом работы в системах САПР
				ПК(У)-7.1У1	Умеет моделировать отдельные компоненты электроэнергетических систем и выполнять их анализ
				ПК(У)-7.131	Знает основные методы моделирования компонентов электроэнергетических систем

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части Блока 1 учебного плана образовательной программы.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Индикатор достижения компетенции
Код	Наименование	
РД 1	Формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроэнергетики, а также смежных областей науки и техники, обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач.	И.ОПК(У)-1.1 И.ОПК(У)-1.3
РД 2	Способность использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов	И.ОПК(У)-1.2
РД3	Разрабатывать перспективные технические решения для систем управления и оптимизировать режимы работы элементов систем электроснабжения объектов и технологических установок	И.ПК(У)-7.1

Оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в календарном рейтинг-плане дисциплины.

4. Структура и содержание дисциплины

Основные виды учебной деятельности

Разделы дисциплины	Формируемый результат обучения по дисциплине	Виды учебной деятельности	Объем времени, ч.
Раздел (модуль) 1. Электронные силовые преобразователи и их роль в системах электроснабжения. Общие понятия	РД1	Лекции	2
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	10
Раздел (модуль) 2. Элементная база силовой электроники. Силовые полупроводниковые приборы	РД1 РД2 РД3	Лекции	4
		Практические занятия	6
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	32
Раздел (модуль) 3. Регуляторы постоянного и переменного напряжений	РД1 РД2 РД3	Лекции	2
		Практические занятия	6
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	32
Раздел (модуль) 4. Выпрямители	РД1 РД2 РД3	Лекции	4
		Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	58
Раздел (модуль) 5. Инверторы и преобразователи частоты	РД1 РД2 РД3	Лекции	6
		Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	20

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Электронные силовые преобразователи и их роль в системах электроснабжения. Общие понятия

Предмет, цели и задачи дисциплины. Классификация силовых преобразователей и их основные параметры. Области применения силовых преобразователей в составе электроэнергетических систем. Основные режимы работы силовых преобразователей.

Темы лекций:

1. Электронные силовые преобразователи и их роль в системах электроснабжения (2ч.)

Темы практических занятий:

1. Расчет параметров электрических процессов в силовых преобразователях (2ч.)
2. Анализ режимов работы силовых преобразователей (2ч.)

Раздел 2. Элементная база силовой электроники. Силовые полупроводниковые приборы

Элементная база силовой электроники. Силовые полупроводниковые приборы: диоды, тиристоры, биполярные транзисторы, полевые транзисторы с изолированным затвором, биполярные транзисторы с изолированным затвором. Основные параметры, схемы замещения и принципы управления. Тепловые режимы работы мощных полупроводниковых приборов. Области применений.

Темы лекций:

1. Элементная база силовой электроники (2ч.)
2. Силовые полупроводниковые приборы (2ч.)

Темы практических занятий:

1. Схемы замещения и режимы работы силовых полупроводниковых приборов (2ч.)

2. Расчет потерь в силовых полупроводниковых приборах (2ч.)
3. Расчет тепловых режимов работы силовых полупроводниковых приборов (2ч.)

Раздел 3. Регуляторы постоянного и переменного напряжений

Регуляторы и коммутаторы переменного напряжения: однофазные и трехфазные. Режимы работы. Области применения. Регуляторы постоянного напряжения, классификация и принципы построения. Непосредственный понижающий регулятор постоянного напряжения. Режимы работы и основные соотношения. Непосредственный повышающий регулятор постоянного напряжения. Режимы работы и основные соотношения. Области применения регуляторов постоянного напряжения.

Темы лекций:

1. Регуляторы постоянного и переменного напряжений (2ч.)

Темы практических занятий:

1. Расчет тиристорного пускателя (2ч.)
2. Расчет параметров непосредственного понижающего преобразователя постоянного напряжения (2ч.)
3. Расчет параметров непосредственного повышающего преобразователя постоянного напряжения (2ч.)

Лабораторные работы:

1. Исследование режимов работы непосредственного понижающего преобразователя постоянного напряжения (4ч.)

Раздел 4. Выпрямители

Однофазные и трехфазные неуправляемые и управляемые выпрямители напряжения и тока. Принципы и режимы работы. Основные соотношения. Влияние нагрузки на режимы работы выпрямителей. Влияние питающей цепи на режимы работы выпрямителей.

Темы лекций:

1. Однофазные выпрямители (2ч.)
2. Трехфазные выпрямители (2ч.)

Темы практических занятий:

1. Расчет параметров однофазных выпрямителей (4ч.)
2. Расчет параметров трехфазных выпрямителей. Методы улучшения параметров выходного напряжения и тока (4ч.)

Лабораторные работы:

1. Исследование режимов работы однофазного мостового выпрямителя (3ч.)
2. Исследование режимов работы трехфазного управляемого выпрямителя (3ч.)

Раздел 5. Инверторы и преобразователи частоты

Преобразователи частоты, классификация, основные параметры и области применения. Непосредственные преобразователи частоты. Преобразователи частоты двойного преобразования (выпрямительно-инверторные). Автономные инверторы напряжения. Автономные инверторы тока. Автономные резонансные инверторы. Принципы управления инверторами.

Темы лекций:

1. Преобразователи частоты (2ч.)
2. Автономные инверторы, принципы управления и расчет параметров (2ч.)

Темы практических занятий:

1. Расчет параметров однофазных инверторов напряжения (4ч.)
2. Принципы формирования гармонического напряжения (тока) на выходе инвертора напряжения (2ч.)

3. Решение задач по дисциплине (2ч.)

Лабораторные работы:

1. Исследование режимов работы и оценка влияния параметров на работу однофазного автономного инвертора напряжения (3ч.)
2. Синтез системы управления автономным однофазным инвертором напряжения (3ч.)

Курсовая работа по теме «Расчет режимов работы выпрямительной установки» включает выполнение следующих разделов:

1. Анализ технического задания. Выбор расчетной схемы
2. Выбор и проверка силового трансформатора выпрямительной установки. Выбор силовых вентилях, демпфирующих и защитных цепей. Электрический и тепловой расчет.
3. Расчет режимов работы выпрямительной установки. Определение рабочих диапазонов.
4. Построение модели выпрямительной электроустановки. Ее проверка и определение необходимых в дальнейших расчетах параметров.
5. Расчет и выбор параметров и элементов сглаживающего фильтра и сетевого фильтра подавления гармоник.
6. Доработка модели. Оценка соответствия полученных результатов данным технического задания. Оформление курсовой работы.

Задачей курсовой работы является обучение студентов основным методам расчета энергетических характеристик силовых полупроводниковых преобразователей и их влияние на качество напряжения питания сети на примере наиболее характерного устройства –выпрямителя. Выбор варианта расчетного раздела курсового проекта осуществляется в соответствии с порядковым номером студента в учебном журнале.

5. Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины (модуля) предусмотрена в следующих видах и формах:

- Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Перевод текстов с иностранных языков;
- Выполнение домашних заданий, расчетно-графических работ и домашних контрольных работ;
- Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям;
- Выполнение курсовой работы;
- Исследовательская работа и участие в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах;
- Анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям;

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература:

1. Лукутин Б.В. Силовые преобразователи в электроснабжении: учебное пособие [Электронный ресурс] / Б. В. Лукутин, С. Г. Обухов; Национальный исследовательский

- Томский политехнический университет. — 1 компьютерный файл (pdf; 1.7 MB). — Томск: Изд-во ТПУ, 2013. — Заглавие с титульного экрана. — Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2013/m237.pdf>
- Бурман А.П. Управление потоками электроэнергии и повышение эффективности электроэнергетических систем: учебное пособие / А. П. Бурман, Ю. К. Розанов, Ю. Г. Шакарян. — Москва: Изд-во МЭИ, 2012. — 336 с.: ил. — ISBN 978-5-383-00738-9.
 - Зиновьев Г.С. Силовая электроника : учебное пособие для бакалавров / Г. С. Зиновьев; Новосибирский государственный технический университет (НГТУ). — 5-е изд., испр. и доп.. — Москва: Юрайт, 2015. — 667 с.: ил.. — ISBN 978-5-9916-1972-1.

Дополнительная литература:

- Бурман, А.П.. Основы современной энергетики : в 2 т. Том 2. Современная электроэнергетика : учебник / Бурман А.П. / Строев В.А.. — Москва: МЭИ, 2019. — с.. — ISBN 978-5-383-01338-0. — Схема доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383013380.html>
- Справочник по силовой электронике / Ю. К. Розанов [и др.]. — Москва: Изд-во МЭИ, 2014. — 472 с.: ил. — ISBN 978-5-383-00872-0.
- Курбатов П.А. Электронные аппараты: Учебник и практикум [Электронный ресурс] / Под ред. Курбатова П.А.. — Москва: Юрайт, 2019. — 195 с. — ISBN 978-5-9916-9719-4: 509.00. Схема доступа: <https://urait.ru/bcode/437837>

6.2. Информационное и программное обеспечение

- Электронно-библиотечная система «Лань» - <https://e.lanbook.com>
- Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM» - <https://new.znanium.com>
- Электронно-библиотечная система «Юрайт» - <https://urait.ru>
- Электронно-библиотечная система «Консультант студента» <http://www.studentlibrary.ru>
- Сайт журнала «Силовая электроника» (архив статей) - <http://power-e.ru/>
- Сайт журнала «Компоненты и технологии» (архив статей) - <http://www.kit-e.ru/>

Лицензионное программное обеспечение (в соответствии с **Перечнем лицензионного программного обеспечения ТПУ**):

- Office 2016 Standard Russian Academic.
- Mathcad 15 Academic Floating.
- MATLAB Full Suite R2017b.

7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование для практических и лабораторных занятий:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7, учебный корпус №8, учебная аудитория 326	Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 44 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7, учебный корпус №8, компьютерный класс 127	Компьютер - 50 шт. Комплект учебной мебели на 33 посадочных мест; Шкаф для одежды - 1 шт.; Тумба подкатная - 2 шт.;

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы «Электроснабжение и альтернативная энергетика»/ специализация «Оптимизация

развивающихся систем электроснабжения» по направлению 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника (приема 2020 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	Подпись	ФИО
Доцент ОЭЭ ИШЭ		И.А. Плотников

Программа одобрена на заседании Отделения Электроэнергетики и электротехники (протокол от «25» июня 2020 г. № 6).

И.о. заведующего кафедрой - руководителя отделения
на правах кафедры ОЭЭ ИШЭ, к.т.н.


подпись А.С. Ивашутенко