

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИШЭ

Матвеев А.С.
« 25 » июня 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2020 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Системы управления силовыми преобразователями электрической энергии

Направление подготовки/ специальность	13.04.02 Электроэнергетика и электротехника		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Электромеханические системы автономных объектов и автоматизированный электропривод		
Специализация	Авиакосмическая электроэнергетика		
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	8	
	Практические занятия	32	
	Лабораторные занятия	8	
	ВСЕГО	48	
Самостоятельная работа, ч		168	
в т.ч. отдельные виды самостоятельной работы с выделенной промежуточной аттестацией (курсовой проект, курсовая работа)		курсовой проект	
ИТОГО, ч		216	

Вид промежуточной
аттестации

**Экзамен
диф.зачет**

Обеспечивающее
подразделение

ОЭЭ

И.о. заведующего кафедрой -
руководителя ОЭЭ на правах
кафедры

Руководитель ООП

Преподаватель

	А.С. Ивашутенко
	А.Г. Гарганеев
	Д.Ю. Ляпунов

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
ПК(У)-1	Способен анализировать параметры и характеристики электрифицируемого узла летательного аппарата, как основы технического задания при проектировании изделий электрооборудования летательных аппаратов	И.ПК(У)-1.1	Осуществляет поиск научно-технической информации, анализирует параметры и характеристики электротехнических и электромеханических узлов систем электрооборудования летательных аппаратов	И.ПК(У)-1.1В1	Владеет навыками анализа устойчивости электротехнических и электромеханических систем
				И.ПК(У)-1.1У1	Умеет оценивать режимы работы электротехнических и электромеханических узлов и систем электрооборудования летательных аппаратов
				И.ПК(У)-1.1З1	Знает назначение, устройство и принципы действия устройств генерации и регулирования электроэнергии на летательных аппаратах
ПК(У)-2	Способен технически поддерживать процесс разработки чертежей, схем и электронных моделей комплексов и систем бортового оборудования летательных аппаратов различного назначения	И.ПК(У)-2.2	Осуществляет проектную деятельность по разработке элементов и систем электротехнического и электромеханического бортового оборудования различного назначения в соответствии с техническим заданием	И-ПК(У)-2.2В1	Владеет методиками инженерного проектирования электрических машин и аппаратов
				И-ПК(У)-2.2У1	Умеет использовать нормативные документы и справочники при расчетах элементов и устройств в процессе проектирования систем и устройств электроснабжения летательных аппаратов
				И-ПК(У)-2.2З1	Знает общие стадии ведения разработки технологических процессов производства электрических машин и аппаратов для систем бортового электрооборудования

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	Уметь формулировать задачи в области проектирования систем электроснабжения летательных аппаратов, анализировать и решать их с использованием всех требуемых и доступных ресурсов.		И.ПК(У)- 1.1.
РД 2	Объяснение принципа действия компонентов и устройств генерации и регулирования электроэнергии на летательных аппаратах		И.ПК(У)- 2.2.

РДЗ	Уметь проектировать компоненты и устройства генерации и регулирования электроэнергии на летательных аппаратах	И.ПК(У)-2.2.
-----	---	--------------

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 1. Общие вопросы преобразователей энергии и их систем управления	РД1	Лекции	2
		Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	40
Раздел 2. Блоки питания маломощных потребителей. Сглаживающие фильтры в силовых схемах	РД2	Лекции	2
		Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	44
Раздел 3. Управляемые выпрямители и ведомые сетью инверторы	РД3	Лекции	2
		Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	42
Раздел 4. Импульсные регуляторы напряжения. Автономные инверторы.	РД3	Лекции	2
		Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	42

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Общие вопросы преобразователей энергии и их систем управления

Формулировка целей и задач для курса «Системы управления силовыми преобразователями». Аппаратная база современных силовых полупроводниковых компонентов. Классификация современной преобразовательной техники по принципам управления, области применения и способам преобразования энергии. Исторический обзор основных этапов развития силовой преобразовательной техники. Современные тенденции и преимущественные направления для будущего развития силовых преобразователей.

Темы лекций:

1. Введение в системы управления силовыми преобразователями электроэнергии.

Темы практических занятий:

1. Единицы физических величин, используемые в силовой электронике.
2. Показатели качества электроэнергии силовых преобразователей.
3. Математическое описание базовых элементов систем управления силовыми преобразователями.

Названия лабораторных работ:

1. Моделирование базовой ячейки силового преобразователя электроэнергии.

2. Исследование энергетических показателей силового преобразователя.

Раздел 2. Блоки питания маломощных потребителей. Сглаживающие фильтры в силовых схемах.

Формулировка требований к блокам питания. Основные принципы организации и способы преобразования энергии в маломощных блоках питания. Ограничения, накладываемые на области применения маломощных блоков питания.

Коэффициенты пульсации и сглаживания, основные предпосылки для применения сглаживающих фильтров. Сглаживающие фильтры в силовых схемах: назначение и классификация. Определение требуемых параметров сглаживающих фильтров различного типа.

Темы лекций:

1. Сглаживающие фильтры в маломощных блоках питания.

Темы практических занятий:

1. Расчёт силовой части маломощного блока питания.
2. Расчёт и выбор фильтра маломощного блока питания.
3. Математическое описание системы управления блока питания.

Названия лабораторных работ:

1. Моделирование силовой схемы маломощного блока питания.
2. Исследование системы управления маломощного блока питания.

Раздел 3. Управляемые выпрямители и ведомые сетью инверторы

Схемы выпрямления для многофазной питающей сети. Управляемые выпрямители и ведомые сетью инверторы на базе тиристорных преобразователей. Принцип действия устройств, основные характеристики. Требования к организации управления тиристорным преобразователем, принципы работы системы импульсно-фазового управления.

Темы лекций:

1. Системы управления выпрямителей и ведомых сетью инверторов.

Темы практических занятий:

1. Анализ электромагнитных процессов в многофазных выпрямителях.
2. Анализ электромагнитных процессов в ведомых сетью инверторах.
3. Построение системы импульсно-фазового управления.

Названия лабораторных работ:

1. Исследование электропривода постоянного тока на базе трёхфазного мостового выпрямителя.
2. Моделирование трёхфазного мостового ведомого сетью инвертора.

Раздел 4. Импульсные регуляторы постоянного напряжения. Автономные инверторы.

Импульсные регуляторы постоянного напряжения, способы и методы стабилизации постоянного напряжения. Примеры реализации систем для преобразования постоянного напряжения. Автономные инверторы напряжения и тока. Способы и методы формирования ШИМ. Требования, предъявляемые к системам управления автономными инверторами.

Темы лекций:

1. Системы управления импульсными преобразователями постоянного и переменного

напряжения.

Темы практических занятий:

1. Расчёт базовых схем импульсных преобразователей постоянного напряжения.
2. Расчёт автономного инвертора напряжения.
3. Анализ методов широтно-импульсного регулирования и широтно-импульсной модуляции для управления импульсными преобразователями постоянного и переменного напряжения.

Названия лабораторных работ:

1. Моделирование базовых схем импульсных преобразователей постоянного напряжения.
2. Исследование автономного инвертора напряжения.

Тематика курсовых проектов

1. Схема управления разрядным устройством для бортовых АБ.
2. Схема управления имитатора солнечной батареи с рекуперацией потребляемой эл. энергии в сеть.
3. Схема управления зарядным устройством для заряда бортовых АБ.
4. Схема управления релейным регулятором напряжения для бортовых генераторов (ряд тем для типоразмеров).
5. Схема управления регулятором переменного напряжения со звеном высокой частоты (ряд тем для типоразмеров).
6. Схема управления 3-х фазным АИН по схеме Скотта
7. Энергопреобразующая аппаратура КА (ряд тем).

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;
- Работа в электронном курсе (изучение теоретического материала, выполнение контролирующих мероприятий и др.);
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Выполнение домашних заданий;
- Подготовка к лабораторным работам, к практическим занятиям;
- работа над курсовым проектом;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям;

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература:

1. Зиновьев Г. С. Силовая электроника : учебное пособие для бакалавров [Электронный ресурс] / Г. С. Зиновьев. — 5-е изд.. — Мультимедиа ресурсы (10 директорий; 100 файлов; 740MB). — Москва: Юрайт, 2012.— Заглавие с титульного экрана. – Доступ из корпоративной сети ТПУ. Схема доступа : <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2013/FN/fn-2426.pdf>.

2. Онищенко Г. Б. Силовая электроника. Силовые полупроводниковые преобразователи для электропривода и электроснабжения : учеб. пособие / Г.Б. Онищенко, О.М. Соснин. — Москва : ИНФРА-М, 2017. — 122 с. + Доп. материалы [Электронный

ресурс; Режим доступа: <https://znanium.com>]. — Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/773187>

3. Петрович В. П. Силовая электроника : лабораторный практикум : учебное пособие [Электронный ресурс] / В. П. Петрович, А. В. Глазачев; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — 1 компьютерный файл (pdf; 1.39 MB). — Томск: Изд-во ТПУ, 2013. — Заглавие с титульного экрана. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2014/m158.pdf>.

4. Розанов Ю. К. Силовая электроника : учебник и практикум для академического бакалавриата / Ю. К. Розанов, М. Г. Лепанов. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 206 с. — Текст : электронный. URL: <https://urait.ru/bcode/433182> (дата обращения: 22.04.2020).

Дополнительная литература:

1. Белоус А. И. Полупроводниковая силовая электроника / А. И. Белоус, С. А. Ефименко, А. С. Турцевич. — Москва : Техносфера, 2013. — 216 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/73530> (дата обращения: 20.04.2020).

2. Семенов Б.Ю., Силовая электроника: профессиональные решения / Семенов Б.Ю. - М. : ДМК Пресс, 2011. - 416 с. (Серия "Компоненты и технологии") - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785940747116.html> (дата обращения: 20.04.2020).

3. Силовая полупроводниковая элементная база. Технология производства. Конструктивные решения : учебное пособие / В. Я. Фролов, А. М. Сурма, К. Н. Васерина, А. А. Черников. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 228 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/115497> (дата обращения: 20.04.2020).

4. Фролов, В. Я. Устройства силовой электроники и преобразовательной техники с разомкнутыми и замкнутыми системами управления в среде Matlab — Simulink : учебное пособие / В. Я. Фролов, В. В. Смородинов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 332 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/106890> (дата обращения: 20.04.2020).

6.2. Информационное и программное обеспечение

1. Электронный курс «Режимы работы полупроводниковых преобразователей в системах электроснабжения» Режим доступа: <https://stud.lms.tpu.ru/course/view.php?id=518>

Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы доступны по ссылке: <https://www.lib.tpu.ru/html/irs-and-pdb>

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

1. MATLAB Classroom new Product From 100 Concurrent Licenses (per License)
2. Simulink Classroom new Product From 100 Concurrent Licenses (per License)
3. Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic; Microsoft Office 2013 Standard Russian Academic;
4. Document Foundation LibreOffice;
5. Cisco Webex Meetings\$
6. Zoom.

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, аудитория 326	Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс) 634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7, учебный корпус 8, аудитория 126	Компьютер - 20 шт.

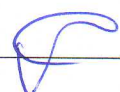
Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы «Электромеханические системы автономных объектов и автоматизированный электропривод» по специализации «Авиакосмическая электроэнергетика» направления 13.04.02 «Электротехника и электротехника» (приема 2020 г., очная форма обучения).

Разработчик:

Должность	Подпись	ФИО
доцент, к.т.н.		Д.Ю. Ляпунов

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

И.о. заведующего кафедрой - руководителя ОЭЭ
на правах кафедры

 /А.С. Ивашутенко/

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании Отделения электроэнергетики и электротехники (протокол №)
2020/2021	1. Обновлено программное обеспечение 2. Обновлен состав профессиональных баз данных и информационно-справочных систем 3. Обновлено содержание разделов дисциплины 4. Обновлен список литературы, в том числе ссылок ЭБС	от «25» июня 2020 г. № 6