

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

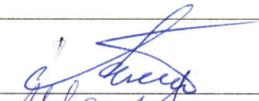
УТВЕРЖДАЮ  
 Директор ИШНКБ  
 Д.А. Седнев  
 «01» 09 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ПРИЕМ 2020 г.**  
**ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная**

**Основы преобразовательной техники**

Направление подготовки/ специальность	<b>11.03.04 Электроника и нанoeлектроника</b>		
Образовательная программа (направленность (профиль))	<b>Прикладная электронная инженерия</b>		
Специализация	<b>Промышленная электроника</b>		
Уровень образования	высшее образование - бакалавриат		
Курс	4	семестр	7
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	5		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции		24
	Практические занятия		16
	Лабораторные занятия		32
	ВСЕГО		72
Самостоятельная работа, ч		108	
ИТОГО, ч		180	

Вид промежуточной аттестации	<b>экзамен</b>	Обеспечивающее подразделение	<b>Отделение Электронной инженерии</b>
---------------------------------	----------------	---------------------------------	--

Зав. кафедрой-руководитель отделения на правах кафедры Руководитель ООП Преподаватель		П.Ф. Баранов
		В.С. Иванова
		Д.Н. Огородников

2020 г.

## 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 5 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 использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности.	И.ОПК(У)-1.15	Демонстрирует способность применять естественнонаучные и общинженерные знания, а также методы анализа и расчета в области преобразовательной техники	ОПК(У)-1.15В1	Владеет опытом расчетов и выбора компонентов схем преобразовательной техники
				ОПК(У)-1.15В1	Умеет проводить базовые расчеты и выбор компонентов схем преобразовательной техники
				ОПК(У)-1.15В1	Знает физические основы работы полупроводниковых приборов, классификацию и разновидности силовых полупроводниковых приборов, принципы действия базовых схем преобразовательной техники
ОПК(У)-2	Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приёмы обработки и представления полученных данных.	И.ОПК(У)-2.1	Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приёмы обработки и представления полученных данных	ОПК(У)-2.1В4	Владеет опытом проведения экспериментальных исследований базовых схем преобразовательной техники
				ОПК(У)-2.1У4	Умеет обрабатывать и представлять результаты экспериментальных исследований электронных схем
				ОПК(У)-2.134	Знает основные инструментальные методы проведения исследований электронных схем, а также обработки результатов, в том числе с использованием пакетов прикладных программ

## 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к базовой 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	
РД1	Применять знания основных характеристик, защитных цепей и цепей управления компонентов силовой электроники.	И.ОПК(У)- 1.15
РД2	Выполнять расчеты отдельных узлов преобразовательной техники.	И.ОПК(У)- 1.15
РД3	Выполнять обработку и анализ данных, полученных при теоретических и экспериментальных исследованиях устройств преобразовательной техники.	И.ОПК(У)-2.1

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 1. Источники электрической энергии	РД-1	Лекции	4
		Практические занятия	—
		Лабораторные занятия	—
		Самостоятельная работа	12
Раздел 2. Основные виды преобразования электрической энергии с помощью вентилялей	РД-1 РД-2	Лекции	6
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	—
		Самостоятельная работа	24
Раздел 3. Ключевые элементы преобразователей	РД-1 РД-2 РД-3	Лекции	14
		Практические занятия	12
		Лабораторные занятия	32
		Самостоятельная работа	72

Содержание разделов дисциплины:

### Раздел 1. Источники электрической энергии

История развития, области применения и пути совершенствования устройств энергетической электроники. Примеры структур систем электропитания различного назначения. Характеристики и принцип действия химических, солнечных, топливных, термоэлектрических, МГД, атомных и турбогенераторных источников электроэнергии. Промышленная сеть. Показатели качества источников и потребителей электроэнергии постоянного и переменного тока, особенности работы мощных преобразователей. Особенности источников электроэнергии ограниченной мощности.

#### Темы лекций:

1. История развития энергетической электроники.
2. Показатели качества источников и потребителей электроэнергии постоянного и переменного тока.

### Раздел 2. Основные виды преобразования электрической энергии с помощью вентилялей

Типы преобразователей и их структура, идеализированные преобразователи однофазного и трехфазного тока, регулируемые преобразователи постоянного напряжения. Базовые схемы выпрямителей, преобразователей постоянного напряжения, инверторов. Основные характеристики реальных преобразователей. Назначение и режимы работы элементов силовой части преобразователей. Типы нагрузок преобразователей.

#### Темы лекций:

1. Типы преобразователей.
2. Базовые схемы выпрямителей.
3. Базовые схемы преобразователей постоянного напряжения.
4. Базовые схемы инверторов.

### Раздел 3. Ключевые элементы преобразователей

Силовые диоды и тиристоры. Параметры, последовательное и параллельное соединение, защитные цепи, расчет потерь. Формирователи импульсов управления

тиристорами. Запираемые тиристоры и симисторы. Основные параметры. ВАХ. Характеристики управления и защиты. Силовые MOSFET и IGBT транзисторы и транзисторные модули. Особенности работы высоковольтных транзисторов в режиме ключа. Область безопасной работы (ОБР). Требования к сигналу управления. Методы снижения статических и динамических потерь. Формирователи импульсов управления мощными транзисторами.

#### **Темы лекций:**

1. Силовые диоды.
2. Силовые тиристоры. Управление тиристорами. Запираемые тиристоры и симисторы.
3. Силовые MOSFET.
4. Силовые IGBT транзисторы и транзисторные модули.
5. Особенности работы высоковольтных транзисторов в режиме ключа.
6. Методы снижения статических и динамических потерь.
7. Управление силовыми транзисторами.

#### **Темы практических занятий:**

1. Расчет потерь в силовых диодах.
2. Расчет потерь в силовых транзисторах.
3. Цепи для снижения динамических потерь в ключах.
4. Проектирование систем управления силовыми транзисторами.

#### **Названия лабораторных работ:**

1. Освоение лабораторного оборудования.
2. Исследование характеристик силовых диодов.
3. Исследование динамических характеристик MOSFET транзисторов.
4. Исследование защитных  $RC$ -,  $RCD$ -цепей.
5. Исследование трансформаторных формирователей импульсов управления силовых транзисторных ключей.
6. Исследование коммутационного узла триодного тиристора.

## **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;
- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- Выполнение домашних заданий, расчетно-графических работ и домашних контрольных работ;
- Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям;
- Анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям;

## **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **6.1. Учебно-методическое обеспечение**

1. Воронин, Павел Анатольевич. Силовые полупроводниковые ключи: семейства, характеристики, применение [Электронный ресурс] / Воронин П. А. — 2-е изд., перераб. и доп.. — Москва: ДМК Пресс, 2010. — 381 с. — Схема доступа:

[http://e.lanbook.com/books/element.php?p11\\_id=60967](http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=60967)

2. Зиновьев, Геннадий Степанович. Силовая электроника : учебное пособие для бакалавров [Электронный ресурс] / Г. С. Зиновьев. — 5-е изд.. — Мультимедиа ресурсы (10 директорий; 100 файлов; 740МВ). — Москва: Юрайт, 2012. — Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2013/FN/fn-2426.pdf>

### Дополнительная литература

1. Основы преобразовательной техники: учебное пособие / Е. Ю. Буркин; Томский политехнический университет. — Томск: Изд-во ТПУ, 2005. — 88 с.: ил.. — Учебники Томского политехнического университета. — Библиогр.: с. 87..
2. Старосельский, Виктор Игоревич. Физика полупроводниковых приборов микроэлектроники : учебник для академического бакалавриата [Электронный ресурс] / В. И. Старосельский. — Мультимедиа ресурсы (10 директорий; 100 файлов; 740МВ). — Москва: Юрайт, 2014. — 1 Мультимедиа CD-ROM. — Электронные учебники издательства "Юрайт". — Основы наук. — Электронная копия печатного издания. — Библиогр.: с. 455-457. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — ISBN 978-5-9692-0962-6. Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2014/FN/fn-09.pdf> (контент)

## 6.2. Информационное и программное обеспечение

Internet-ресурсы (в т.ч. в среде LMS MOODLE и др. образовательные и библиотечные ресурсы):

1. <https://www.diodes.com/>
2. <http://hardelectronics.ru/>
3. <http://www.elecab.ru/trans.shtml>
4. <http://new.abb.com/products/transformers>
5. <http://model.exponenta.ru/electro/0070.htm>
6. <http://www.energoportal.ru/>
7. [http://www.rus-trans.com/?show\\_aux\\_page=41](http://www.rus-trans.com/?show_aux_page=41)
8. <http://refdb.ru/look/2975316.html>
9. Информационно-справочные системы и профессиональные базы данных НТБ - <http://www.lib.tpu.ru/html/irs-and-pdb>

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

**Adobe Acrobat Reader DC; Adobe Flash Player; Cisco Webex Meetings; Document Foundation LibreOffice; Google Chrome; Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic; Mozilla Firefox ESR; Oracle VirtualBox; Tracker Software PDF-XChange Viewer; WinDjView; XnView Classic; Zoom Zoom; MathWorks MATLAB Full Suite R2017b; NI Multisim 14 Education (на сетевом ресурсе)**

## 7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее оборудование:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового	Осциллограф GDS-71022 - 8 шт.; Вольтметр В 7-38 - 8 шт.;

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
	проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория) 634028, Томская область, г. Томск, Тимакова улица, 12, 241	Комплект учебной мебели на 10 посадочных мест Компьютер - 5 шт.
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а, 4б	Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 32 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.
3.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория) 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а, 20б	Комплект учебной мебели на 16 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.
4.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 30 310	Доска аудиторная настенная - 2 шт.; Комплект учебной мебели на 112 посадочных мест; Компьютер - 2 шт.; Проектор - 1 шт.

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 11.03.04 Электроника и наноэлектроника, специализации «Промышленная электроника» (приема 2020 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	ФИО
Доцент ОЭИ	Д.Н. Огородников

Программа одобрена на заседании Отделения электронной инженерии ИШНКБ (протокол № 37 от 01.09.2020).

Зав. кафедрой – руководитель отделения  
на правах кафедры,  
к.т.н.



П.Ф. Баранов

подпись

**Лист изменений рабочей программы дисциплины:**

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании ОЭИ ИШНКБ (протокол)
2021/2022 учебный год	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Обновлено содержание разделов дисциплины</li><li>2. Обновлено ПО в рабочей программе дисциплины</li><li>3. Обновлен список литературы</li><li>4. Обновлен перечень профессиональных баз</li><li>5. Обновлена аннотация рабочей программы дисциплины</li><li>6. Обновлены материалы в ФОС дисциплины</li></ol>	от 30.08.2021 г. № 54
2022/2023 учебный год	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Обновлено содержание разделов дисциплины</li><li>2. Обновлено ПО в рабочей программе дисциплины</li><li>3. Обновлен список литературы</li><li>4. Обновлен перечень профессиональных баз</li><li>5. Обновлены материалы в ФОС дисциплины</li></ol>	от 27.06.2022 г. № 67