

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Нижегородский государственный технический университет**  
**им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ)**

---

Образовательно-научный институт электроэнергетики (ИНЭЛ)

(Полное и сокращенное название института, реализующего данное направление)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института:

\_\_\_\_\_ Дарьенков А.Б.  
подпись ФИО

«30» июня 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Б1.В.ОД.3 Силовая электроника

(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

для подготовки бакалавров

Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность: Электрооборудование автомобилей

Форма обучения: очная

Год начала подготовки 2022

Выпускающая кафедра ЭПА

Кафедра-разработчик ЭПА

Объем дисциплины 216/6  
часов/з.е

Промежуточная аттестация экзамен

Разработчик: Ваняев В.В., к.т.н., доцент

Нижний Новгород, 2023 г.

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ 28 февраля 2018 года №144 на основании учебного плана принятого УМС НГТУ протокол от 06.04.2023 г №16

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры протокол от «19» июня 2023 г № 3  
Зав. кафедрой д.т.н., доцент Дарьенков А.Б. \_\_\_\_\_  
(подпись)

Программа рекомендована к утверждению ученым советом института ИНЭЛ,  
протокол от «23» июня 2023 г. № 5

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ, регистрационный № 13.03.02-а-29  
Начальник МО \_\_\_\_\_

# Оглавление

<b>1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>4</b>
1.1. Цель освоения дисциплины: .....	4
1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля): .....	4
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....</b>	<b>4</b>
<b>3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....</b>	<b>5</b>
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>8</b>
4.1. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ .....	8
4.2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ .....	9
<b>5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ. ....</b>	<b>13</b>
5.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	13
<b>6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>16</b>
6.1. УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	16
6.2. СПРАВОЧНО-БИБЛИОГРАФИЧЕСКАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	16
6.3. ПЕРЕЧЕНЬ ЖУРНАЛОВ ПО ПРОФИЛЮ ДИСЦИПЛИНЫ:.....	16
6.4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ .....	16
<b>7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>17</b>
7.1. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ .....	17
7.2. ПЕРЕЧЕНЬ ЛИЦЕНЗИОННОГО И СВОБОДНО РАСПРОСТРАНЯЕМОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ, В ТОМ ЧИСЛЕ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА НЕОБХОДИМОГО ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	17
<b>8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ .....</b>	<b>18</b>
<b>9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....</b>	<b>18</b>
<b>10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>19</b>
10.1. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ, ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....	19
10.2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ЗАНЯТИЙ ЛЕКЦИОННОГО ТИПА.....	20
10.3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ НА ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТАХ.....	20
10.4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ НА ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЯХ.....	20
10.5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ОБУЧАЮЩИХСЯ .....	20
10.6. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА / РАБОТЫ .....	21
<b>11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>21</b>
11.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА В ХОДЕ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ.....	21
11.1.1. Типовые задания для лабораторных работ .....	21
11.1.2. Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме экзамена.....	21
11.1.3. Методические указания к курсовому проектированию .....	22
11.1.4. Защита курсового проекта/ работы. ....	22

# **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

## **1.1 Цель освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины является изучение принципов построения и работы, методов анализа и расчета, характеристик и параметров основных типов устройств силовой электроники.

## **1.2 Задачи освоения дисциплины (модуля):**

- проектирование устройств силовой электроники;
- изучение режимов работы устройств силовой электроники для питания нагрузок постоянного и переменного тока;
- измерение электрических параметров устройств силовой электроники;
- выполнение документации устройств силовой электроники.

# **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Учебная дисциплина включена в перечень дисциплин вариативной части (формируемой участниками образовательных отношений), определяющий направленность Б1.В.ОД.3. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах в объеме программы бакалавриата. Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Силовая электроника» являются: Математика, Физика, Теоретические основы электротехники, Физические основы информационной электроники, Электрические аппараты, Электрические машины.

Дисциплина «Силовая электроника» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: Электрический привод, Автоматизированный электропривод типовых промышленных механизмов, Системы управления электроприводов, Микропроцессорные системы, Системы программного управления, Моделирование электромеханических систем.

Рабочая программа дисциплины «Силовая электроника» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

### 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Таблица 1- Формирование компетенций дисциплинами очной формы обучения

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры, формирования дисциплины Компетенции берутся из Учебного плана по направлению подготовки бакалавра							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Электрическое и конструкционное материаловедение ПКС-2			X					
Теория автоматического управления ПКС-2					X	X		
Электрические и электронные аппараты ПКС-4					X			
Силовая электроника ПКС-1, ПКС-2, ПКС-4						X		
Электрический привод ПКС-1, ПКС-4					X	X	X	
Микропроцессорные системы ПКС-4						X	X	X
Физические основы электроники ПКС-1, ПКС-2				X				
Основы схемотехники ПКС-1, ПКС-4					X			
Основы электротехнологии ПКС-4					X			
Системы управления электромеханическими объектами ПКС-4						X	X	
Надежность электромеханических систем ПКС-2						X		
Электрооборудование автомобилей и тракторов ПКС-4							X	
Испытания электрооборудования автомобилей и тракторов ПКС-4							X	
Эксплуатация и ремонт электрооборудования автомобилей и тракторов ПКС-4								X
Системы электроники автомобилей и тракторов ПКС-4								X
Информационно-измерительные системы автомобилей и тракторов ПКС-2, ПКС-4							X	
Элементы систем автоматики ПКС-1, ПКС-2, ПКС-4							X	
Схемотехника ПКС-1, ПКС-2, ПКС-4							X	
Моделирование электромеханических систем ПКС-1, ПКС-2								X
Компьютерное моделирование электромеханических систем ПКС-1, ПКС-2								X
Основы проектирования систем автоматики ПКС-4							X	
САПР ПКС-4							X	
Электроснабжение ПКС-4						X		
Ознакомительная практика ПКС-1				X				
Проектная практика ПКС-4						X		
Научно-исследовательская работа ПКС-1, ПКС-2						X		
Преддипломная практика ПКС-1, ПКС-2, ПКС-4								X
Подготовка к процедуре защиты и защита ВКР ПКС-1, ПКС-2, ПКС-4								X

## ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОП

Таблица 2- Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
					Текущего контроля	Промежуточн й аттестации
ПКС-1. Способен участвовать в планировании, подготовке и выполнении экспериментальных исследований по заданной методике	ИПКС-1.2. Способен определить количество и порядок испытаний, способ сбора, хранения и документирования данных	<b>Знать:</b> - порядок подготовки и выполнения экспериментальных исследований устройств силовой электроники по заданной методике (ИПКС-1.2)	<b>Уметь:</b> - планировать, подготавливать и выполнять экспериментальные исследования устройств силовой электроники по заданной методике (ИПКС-1.2)	<b>Владеть:</b> - навыками планирования, подготовки и выполнения экспериментальных исследований устройств силовой электроники по заданной методике (ИПКС-1.2)	Тестирование в системе E-learning.	Вопросы для устного собеседования.
ПКС-2. Способен обрабатывать результаты экспериментов	ИПКС-2.1. Способен выбрать методы обработки результатов эксперимента	<b>Знать:</b> - приемы обработки результатов экспериментальных исследований устройств силовой электроники (ИПКС-2.1)	<b>Уметь:</b> - обрабатывать результаты экспериментальных исследований устройств силовой электроники (ИПКС-2.1)	<b>Владеть:</b> - навыками обработки результатов экспериментальных исследований устройств силовой электроники (ИПКС-2.1)	Тестирование в системе E-learning.	Вопросы для устного собеседования.
ПКС-4. Способен проводить обоснование проектных решений	ИПКС-4.1. Способен разрабатывать варианты технических решений в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования	<b>Знать:</b> - основные типы приборов, применяемых при испытаниях устройств силовой электроники (ИПКС-4.1)	<b>Уметь:</b> - разбираться в метрологических особенностях аппаратуры, применяемой при испытаниях устройств силовой электроники (ИПКС-4.1)	<b>Владеть:</b> - навыками применения контрольно-измерительной аппаратуры, используемой при испытаниях устройств силовой электроники (ИПКС-4.1)	Тестирование в системе E-learning.	Вопросы для устного собеседования.

Трудовая функция: 40.011 В/02.6

Квалификационные требования к ТФ:

**Трудовые действия:**

- осуществление разработки планов и методических программ проведения исследований и разработок;

**Трудовые умения:**

- применять актуальную нормативную документацию в соответствующей области знаний;

**Трудовые знания:**

- актуальная нормативная документация в соответствующей области знаний;
- методы и средства планирования и организации исследований и разработок

Трудовая функция:

31.010 В/02.6 "Разработка эскизных и технических проектов, технических заданий, конструкторской документации, программ испытаний для создания проектов автотранспортных средств и их компонентов"

**Трудовые действия:**

- формирование технических решений для разработки эскизных и технических проектов, технических заданий, конструкторской документации, проектов программ натурных и виртуальных испытаний для создания автотранспортных средств и их компонентов;

**Трудовые умения:**

- анализировать технологические возможности организации при разработке автотранспортных средств и их компонентов;

**Трудовые знания:**

- технико-экономические показатели проектирования аналогов автотранспортных средств и их компонентов

## 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 6 зач. ед. 216 часов, распределение часов по видам работ семестрам представлено в таблице 3.

Таблица 3

#### Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Для студентов очного обучения

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час	
	Всего час.	В т.ч. по семестрам
		№ сем 6
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения	
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	216	216
1. Контактная работа:	93	93
1.1. Аудиторная работа, в том числе:	85	85
занятия лекционного типа (Л)	34	34
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. Занятия и др)	17	17
лабораторные работы (ЛР)	34	34
1.2. Внеаудиторная, в том числе	8	8
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)	2	2
текущий контроль, консультации по дисциплине	4	4
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	2	2
2. Самостоятельная работа (СРС)	78	78
реферат/эссе (подготовка)		
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)		
контрольная работа		
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)	36	36
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	42	42
Подготовка к экзамену (контроль)	45	45



## 4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4 - Содержание дисциплины, структурированное по темам для студентов очного обучения

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельна я работа студентов (час)				
		Лекции	Лаборатор ные работы	Практичес кие занятия					
6 семестр									
ПКС-1, ИПКС-1.2, ПКС-2, ИПКС-2.1, ПКС-4, ИПКС-4.1	Раздел 1. Ведомые сетью преобразователи								
	Тема 1.1. Введение. Элементная база силовой электроники. Классификация устройств силовой электроники. Ведомые сетью преобразователи. Эксплуатационные характеристики.	3		4	1	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]	Публичная презентация проекта.		
	Тема 1.2. Устройство, принцип действия трехфазных ведомых сетью преобразователей, электромагнитные процессы. Особенности однотактных и двухтактных схем. Вынужденное намагничивание трансформатора в однотактных схемах. Работа при различном характере тока нагрузки.	3		4	2	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]	Публичная презентация проекта.		
	Тема 1.3. Процесс коммутации, анализ, внешние и регулировочные характеристики. Инверторный режим работы, ограничительная характеристика.	3		5	2	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]	Публичная презентация проекта.		
	Тема 1.4. Реверсивные преобразователи, основные типы, сравнительная оценка. Способы управления, их особенности,	3			2	[6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]	Публичная презентация проекта.		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)				
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия					
	уравнительные напряжения и токи.								
	Лабораторная работа № 1. Тиристорный преобразователь постоянного тока		9		2	Подготовка к ЛР [6.4]			
ПКС-1, ИПКС-1.2, ПКС-2, ИПКС-2.1, ПКС-4, ИПКС-4.1	Раздел 2. Импульсные преобразователи								
	Тема 2.1. Принцип действия импульсных преобразователей. Классификация базовых вариантов импульсных преобразователей их особенности, области применения.	2			1	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]	Публичная презентация проекта.		
	Тема 2.2. Электромагнитные процессы в прямоходовых и обратногоходовых преобразователях. Внешние и регулировочные характеристики.	3		4	2	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]	Публичная презентация проекта.		
	Лабораторная работа № 4. Транзисторные широтно-импульсные преобразователи		8		2	Подготовка к ЛР [6.4]			
ПКС-1, ИПКС-1.2, ПКС-2, ИПКС-2.1, ПКС-4, ИПКС-4.1	Раздел 3. Автономные инверторы								
	Тема 3.1. Классификация автономных инверторов по типу силовой схемы, характеру электромагнитных процессов, области применения. Однофазные и трехфазные автономные инверторы напряжения. Устройство, принцип действия, электромагнитные процессы в квазиустановившемся режиме, характеристики.	3			2	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]	Публичная презентация проекта.		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельна я работа студентов (час)				
		Лекции	Лаборатор ные работы	Практичес кие занятия					
	<b>Тема 3.2.</b> Однофазные и трехфазные автономные инверторы тока. Устройство, назначение элементов, электромагнитные процессы в квазиустановившемся режиме, характеристики. Автономные резонансные инверторы, основные типы, особенности работы, характеристики.	3			2	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]	Публичная презентация проекта.		
	<b>Тема 3.3.</b> Автономные резонансные инверторы, основные типы, особенности работы, электромагнитные процессы в квазиустановившемся режиме, характеристики.	3			2	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]	Публичная презентация проекта.		
ПКС-1, ИПКС-1.2, ПКС-2, ИПКС-2.1, ПКС-4, ИПКС-4.1	<b>Раздел 4. Преобразователи частоты</b>								
	<b>Тема 4.1.</b> Основные типы преобразователей частоты. Преобразователи со звеном постоянного тока, структура, особенности способы регулирования выходного напряжения.	3			1	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]	Публичная презентация проекта.		
	<b>Тема 4.2.</b> Преобразователи частоты с непосредственной связью питающей сети с нагрузкой. Основные схемные варианты, принцип действия, области применения. Способы управления.	3			2	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]	Публичная презентация проекта.		
	<b>Лабораторная работа 2.</b> Тиристорный преобразователь		9		2	Подготовка к ЛР [6.4]			

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельна я работа студентов (час)				
		Лекции	Лаборатор ные работы	Практичес кие занятия					
	частоты со звеном постоянного тока								
	Лабораторная работа 3. Тиристорный преобразователь частоты с непосредственной связью		8		2				
	Раздел 5. Регуляторы переменного напряжения								
	Тема 5.1. Принцип регулирования переменного напряжения. Варианты схемных решений регуляторов переменного напряжения, область применения. Принцип действия, характеристики регуляторов переменного напряжения.	2			1	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]	Публичная презентация проекта.		
	РГР								
	Контрольная								
	Курсовой проект/ работа				36				
	ИТОГО по дисциплине	34	34	17	78				

## 5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.

### 5.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

Тесты для текущего контроля знаний обучающихся сформированы в системе E-learning и находятся в свободном доступе:  
[https://edu.ntnu.ru/resource/list/index/subjecttype/subject/subject\\_id/587](https://edu.ntnu.ru/resource/list/index/subjecttype/subject/subject_id/587)

Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Таблица 5. При текущем контроле (контрольные недели) и оценка выполнения лабораторных работ

Шкала оценивания	Экзамен/ Зачет с оценкой	Зачет
$40 < R \leq 50$	Отлично	зачет
$30 < R \leq 40$	Хорошо	
$20 < R \leq 30$	Удовлетворительно	
$0 < R \leq 20$	Неудовлетворительно	незачет

При промежуточном контроле успеваемость студентов оценивается по четырехбалльной системе «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно», либо «зачет», «незачет». Тесты для промежуточного контроля сформированы в системе E-learning и находятся в свободном доступе:  
[https://edu.ntnu.ru/resource/index/index/subjecttype/subject/subject\\_id/587/resource\\_id/36262](https://edu.ntnu.ru/resource/index/index/subjecttype/subject/subject_id/587/resource_id/36262)

**Таблица 6 - Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания**

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
ПКС-1. Способен участвовать в планировании, подготовке и выполнении экспериментальных исследований по заданной методике	ИПКС-1.2. Способен определить количество и порядок испытаний, способ сбора, хранения и документирования данных.	Изложение учебного материала бессистемное, неполное. Непонимание принципов построения основных типов устройств силовой электроники и методов их экспериментальных исследований, что препятствует усвоению последующего материала. Не способен определить порядок испытаний, способ сбора, хранения и документирования данных.	Изложение полученных знаний неполное, однако это не препятствует усвоению последующего материала. Допускаются отдельные существенные ошибки, исправленные с помощью преподавателя. Достаточно поверхностные знания принципов построения, основных типов устройств силовой электроники и методов их экспериментальных исследований, затруднения в вопросах определения объема и порядка испытаний, способа сбора, хранения и документирования данных.	Знает материал на достаточно хорошем уровне; представляет основные задачи в рамках поставленных целей и пути выбора способов их достижения. Хорошие знания принципов построения, основных типов устройств силовой электроники и методов их экспериментальных исследований. Способен определить количество и порядок испытаний, способ сбора, хранения и документирования экспериментальных данных.	Имеет глубокие знания всего материала дисциплины; полностью освоил лекционный курс; изложение полученных знаний уверенное, системное; допускаются единичные ошибки, самостоятельно исправляемые при собеседовании. Способен уверенно определить количество и порядок испытаний, способ сбора, хранения и документирования экспериментальных данных.

ПКС-2. Способен обрабатывать результаты экспериментов	ИПКС-2.1. Способен выбрать методы обработки результатов эксперимента	Изложение учебного материала бессистемное, неполное. Отсутствие знаний о требованиях, предъявляемых к устройствам силовой электроники, и режимах их работы. Неспособность выбрать методы обработки результатов эксперимента.	Поверхностные знания о требованиях, предъявляемых к устройствам силовой электроники, и режимах их работы. Ограниченность в выборе методов обработки результатов эксперимента.	Имеет уверенное представление о требованиях, предъявляемых к устройствам силовой электроники, и режимах их работы. Умеет обрабатывать результаты эксперимента.	Имеет глубокие знания о требованиях, предъявляемых к устройствам силовой электроники, и без затруднений определяет режимы их работы. Способен легко выбрать методы обработки и обрабатывать результаты эксперимента.
ПКС-4. Способен проводить обоснование проектных решений	ИПКС-4.1. Способен разрабатывать варианты технических решений в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования	Отсутствие знаний о принципе действия и процессах в устройствах силовой электроники. Отсутствие способности разрабатывать приемлемые варианты технических решений в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией.	Фрагментарные, поверхностные знания о принципе действия и процессах в устройствах силовой электроники. Затруднения в разработке приемлемых вариантов технических решений в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией.	Имеет достаточно хорошие знания о принципе действия, процессах в устройствах силовой электроники. Способен разрабатывать приемлемые варианты технических решений в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией.	Имеет глубокие знания о принципе действия, процессах в устройствах силовой электроники и их энергоэффективности. Способен без затруднений разрабатывать оптимальные варианты технических решений в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией.

**Таблица 7. Критерии оценивания**

<b>Оценка</b>	<b>Критерии оценивания</b>
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку « <b>отлично</b> » заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку « <b>хорошо</b> » заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку « <b>удовлетворительно</b> » заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку « <b>неудовлетворительно</b> » заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

## **6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

## **ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

### **6.1. Учебная литература**

- 6.1.1. Зиновьев, Г.С. Силовая электроника: учеб. пособие для бакалавров / Г.С. Зиновьев. – 5-е изд., испр. и доп. – М.: Юрайт, 2012. – 668 с.
- 6.1.2. Забродин Ю.С. Промышленная электроника. – М.: Альянс, 2008. – 496с.
- 6.1.3. Розанов, Ю.К. Силовая электроника: учебник для вузов / Ю.К.Розанов, М.В. Рябчицкий, А.А. Кваснюк. – М.: Изд. Дом МЭИ, 2007. – 632 с.
- 6.1.4 Ваяев В.В. Силовая электроника: курс лекций Режим доступа [https://edu.nttu.ru/resource/index/index/subjecttype/subject/subject\\_id/587/resource\\_id/36255](https://edu.nttu.ru/resource/index/index/subjecttype/subject/subject_id/587/resource_id/36255)

### **6.2. Справочно-библиографическая литература.**

- 6.2.1. Зиновьев, Г.С. Основы силовой электроники: учеб. пособие / Г.С.Зиновьев. – 4-е изд., испр. и доп. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2009. – 671 с.
- 6.2.2. Попков, О.З. Основы преобразовательной техники / О.З. Попков. – М.: Изд. Дом МЭИ, 2007. – 200 с
- 6.2.3. Ваяев, В.В. Силовая электроника: учеб. пособие / В.В.Ваяев. – Н.Новгород: Изд-во НГТУ, 2017. – 108 с.

### **6.3. Перечень журналов по профилю дисциплины:**

- 6.3.2. Научно-технический журнал [Электротехника](#)
- 6.3.3. Научно-технический журнал [Электричество](#)

### **6.4. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям**

Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Силовая электроника» в электронном варианте находятся в системе E-learning 4G по адресу: [https://edu.nttu.ru/resource/index/index/subject\\_id/587/resource\\_id/18664](https://edu.nttu.ru/resource/index/index/subject_id/587/resource_id/18664)



## 7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (состав по дисциплине определен в настоящей РПД и подлежит обновлению при необходимости).

### 7.1. Перечень информационных справочных систем

Таблица 8. Перечень электронных библиотечных систем

№	Наименование ЭБС	Ссылка к ЭБС
1	Консультант студента	<a href="http://www.studentlibrary.ru/">http://www.studentlibrary.ru/</a>
2	Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
3	Юрайт	<a href="https://biblio-online.ru/">https://biblio-online.ru/</a>

### 7.2. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства необходимого для освоения дисциплины

Таблица 9. Программное обеспечение

Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе	Программное обеспечение свободного распространения
	SMathStudio
	P7-Офис

### Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

В таблице 10 указан перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ (удаленный доступ). Данный перечень подлежит обновлению в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

В данном разделе могут быть приведены ресурсы (ссылки на сайты), на которых можно найти полезную для курса информацию, в т.ч. статистические или справочные данные, учебные материалы, онлайн курсы и т.д.

Таблица 10 - Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№	Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы	Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)
1	2	3
1	База данных стандартов и регламентов РОССТАНДАРТ	<a href="https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts">https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts</a>
2	Электронная база избранных статей по философии	<a href="http://www.philosophy.ru/">http://www.philosophy.ru/</a>
3	Единый архив экономических и социологических данных	<a href="http://sophist.hse.ru/data_access.shtml">http://sophist.hse.ru/data_access.shtml</a>
4	Базы данных Национального совета по оценочной деятельности	<a href="http://www.ncva.ru">http://www.ncva.ru</a>

5	Справочная правовая система «КонсультантПлюс»	доступ из локальной сети
6	Информационно-справочная система «Техксперт»	доступ из локальной сети

## 8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 11 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. При заполнении таблицы может быть использована информация, размещенная в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации» <https://www.nntu.ru/sveden/accenv/>

Таблица 11 - Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

№	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
1	ЭБС «Консультант студента»	озвучка книг и увеличение шрифта
2	ЭБС «Лань»	специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации
3	ЭБС «Юрайт»	версия для слабовидящих

## 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебные аудитории для проведения занятий по дисциплине, оснащены оборудованием и техническими средствами обучения

В таблице 11 перечислены:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;
- помещения для самостоятельной работы обучающихся, которые должны оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НГТУ.

Таблица 12 - Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы студентов по дисциплине

№	Наименование аудиторий и помещений для проведения учебных занятий и самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
	Ауд. 8110 Класс для самостоятельной работы	1. Компьютер PC, Intel CoreI3-2770/2 Gb RAM/HDD 500, с подключением к интернету. 2. Посадочных мест - 4.	• 1. Windows XP, Prof, S/P3 (подписка Dream Spark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14); 2. Microsoft Office Professional Plus 2010

№	Наименование аудиторий и помещений для проведения учебных занятий и самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
			(лицензия № 49487732); 3. Dr.Web (с/н GMN9-DSLH-G4U1-LW6H от 11.05.23 4. Adobe Acrobat Reader DC-Russian

## 10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

### 10.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа: аудиторная, внеаудиторная проводится в электронной информационно-образовательной среде университета (далее - ЭИОС).

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- балльно-рейтинговая технология оценивания в среде E-learning 4G;

При преподавании дисциплины «Силовая электроника», используются современные образовательные технологии, позволяющие повысить активность студентов при освоении материала курса и предоставить им возможность эффективно реализовать часы самостоятельной работы.

Лекционный материал курса в виде слайдов находятся в свободном доступе в системе E-learning 4G и могут быть получены до чтения лекций и проработаны студентами в ходе самостоятельной работы.

На лекциях, лабораторных занятиях реализуются интерактивные технологии, приветствуются вопросы и обсуждения, используется личностно-ориентированный подход, технология работы в малых группах, что позволяет студентам проявить себя, получить навыки самостоятельного изучения материала, выровнять уровень знаний в группе.

Все вопросы, возникшие при самостоятельной работе над домашним заданием, подробно разбираются на лабораторных занятиях и лекциях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием, как встреч студентами, так и современных информационных технологий: чат, электронная почта, Skype.

Иницируется активность студентов, поощряется задание любых вопросов по материалу, практикуется индивидуальный ответ на вопросы студента, рекомендуются методы успешного самостоятельного усвоения материала в зависимости от уровня его базовой подготовки.

Для оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенции применяется балльно рейтинговая система контроля и оценки успеваемости студентов в процессе текущего контроля.

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена с учетом текущей успеваемости.

## **10.2. Методические указания для занятий лекционного типа**

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (Таблица 4.) . Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям / лабораторным работам и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

## **10.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах**

Подготовку к каждой лабораторной работе студент должен начать с ознакомления с планом занятия, который отражает содержание предложенной темы. Каждая выполненная работа с оформленным отчетом и подлежит защите у преподавателя.

При оценивании лабораторных работ учитывается следующее:

- качество выполнения экспериментально-практической части работы и степень соответствия результатов работы заданным требованиям;
- качество оформления отчета по работе;
- качество устных ответов на контрольные вопросы при защите работы.

## **10.4. Методические указания по освоению дисциплины на практических занятиях**

Практические занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы. Основной формой проведения практических занятий является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также решение задач и разбор примеров в аудиторных условиях.

Практические занятия обучающихся обеспечивают:

- проверку и уточнение знаний, полученных на лекциях;
- получение умений и навыков решения задач по учебному материалу дисциплины.

Примерная тематика практических занятий

1. Расчет допустимой токовой нагрузки силовых вентиляей
2. Построение временных диаграмм ведомых сетью ВП
3. Работа выпрямителей на активно-индуктивную и двигательную нагрузку. Анализ аномальных режимов
4. Инверторный режим работы вентиляных преобразователей
5. Работа ШИП на двигательную нагрузку

Содержание заданий к практическим занятиям приведено по ссылке::  
[https://edu.nttu.ru/resource/index/index/subject\\_id/587/resource\\_id/23418](https://edu.nttu.ru/resource/index/index/subject_id/587/resource_id/23418)

## **10.5. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся**

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в Разделе 6.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы (указано в таблице 11). В аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

#### **10.6. Методические указания для выполнения курсового проекта / работы**

Выполнение курсового проекта/ работы способствует лучшему освоению обучающимися учебного материала, формирует практический опыт и умения по изучаемой дисциплине, способствует формированию у обучающихся готовности к самостоятельной профессиональной деятельности, является этапом к выполнению выпускной квалификационной работы.

#### **Примерная тематика курсовых работ (проектов)**

##### **1. Вентильный преобразователь для электропривода постоянного тока**

Методические указания к выполнению курсовой работы приведены по ссылке: [https://edu.nntu.ru/resource/index/index/subject\\_id/587/resource\\_id/21721](https://edu.nntu.ru/resource/index/index/subject_id/587/resource_id/21721)

#### **11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

##### **11.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости**

Для текущего контроля знаний студентов по дисциплине проводится **комплексная оценка знаний**, включающая

- проведение лабораторных работ;
- отчет по лабораторным работам;
- выполнение заданий к практическим занятиям;
- выполнение курсовой работы;
- экзамен.

##### **11.1.1. Типовые задания для лабораторных работ**

Режим доступа <https://edu.nntu.ru/> Курс: [Силовая электроника.](https://edu.nntu.ru/resource/index/index/subject_id/587/resource_id/18664)  
[https://edu.nntu.ru/resource/index/index/subject\\_id/587/resource\\_id/18664](https://edu.nntu.ru/resource/index/index/subject_id/587/resource_id/18664)

##### **11.1.2. Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме экзамена**

Вопросы к промежуточной аттестации (экзамену) приведены по ссылке: [https://edu.nntu.ru/resource/index/index/subject\\_id/587/resource\\_id/20102](https://edu.nntu.ru/resource/index/index/subject_id/587/resource_id/20102)

##### **11.1.3. Методические указания к курсовому проектированию**

Режим доступа <https://edu.ntnu.ru/> Курс: [Силовая электроника.](#)

[https://edu.ntnu.ru/resource/index/index/subject\\_id/587/resource\\_id/21721](https://edu.ntnu.ru/resource/index/index/subject_id/587/resource_id/21721)

#### **11.1.4. Защита курсового проекта/ работы.**

Результаты защиты курсового проекта/ работы выставляются по пятибалльной системе оценивания ("отлично", "хорошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно") с проставлением количества баллов, набранных в соответствии с балльно-рейтинговой системой.

Перечень вопросов к защите курсового проекта /работы

Режим доступа <https://edu.ntnu.ru/> Курс: [Силовая электроника.](#)

[https://edu.ntnu.ru/resource/index/index/subjecttype/subject/subject\\_id/587/resource\\_id/36253](https://edu.ntnu.ru/resource/index/index/subjecttype/subject/subject_id/587/resource_id/36253)

#### **Регламент проведения текущего контроля в форме компьютерного тестирования**

<b>Кол-во заданий в банке вопросов</b>	<b>Кол-во заданий, предъявляемых студенту</b>	<b>Время на тестирование, мин.</b>
не менее 90 или указывают конкретное количество тестовых заданий	<b>15</b>	<b>20</b>

Полный фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации в форме компьютерного тестирования размещен в банке вопросов данного курса дисциплины в СДО E-Learning 4G.