

**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  
“\_30\_” 06 2021 г.

ФИО

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.ОД.6 Преобразователи электрической энергии**

(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

для подготовки бакалавров

Направление подготовки: 11.04.04 Электроника и наноэлектроника

Направленность: Промышленная электроника и микропроцессорная техника

Форма обучения: очная

Год начала подготовки 2020, 2021

Выпускающая кафедра ТОЭ

Кафедра-разработчик ТОЭ

Объем дисциплины 288/8  
часов/з.е

Промежуточная аттестация экзамен

Разработчик: Вихорев Н.Н, к.т.н., доцент

Нижний Новгород 2021 г

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и наноэлектроника, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 22.09.2017 № 959 на основании учебного плана принятого УМС НГТУ  
протокол от \_\_\_\_03.12.2020\_\_\_\_ №\_\_\_\_4\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры ТОЭ протокол от \_\_\_\_05.12.2019\_\_\_\_ №\_\_\_\_5\_\_\_\_

Зав. кафедрой к.т.н, доцент, Кралин А.А \_\_\_\_\_  
подпись

Программа рекомендована к утверждению ученым советом ИНЭЛ, протокол от \_17.12.2019\_\_\_\_  
№\_\_\_\_2\_\_\_\_

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ \_\_\_\_\_ № 14.04.04-М-10

Начальник МО \_\_\_\_\_

## **1. 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>12</b>
4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам .....	12
4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам .....	13
<b>5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ. ....</b>	<b>20</b>
5.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности.....	20
<b>6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>23</b>
6.1. Учебная литература.....	23
6.2. Справочно-библиографическая литература.....	23
6.3. Перечень журналов по профилю дисциплины:.....	23
6.4. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям .....	24
<b>7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>24</b>
7.1. Перечень информационных справочных систем .....	24
7.2. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства необходимого для освоения дисциплины.....	24
<b>8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ .....</b>	<b>25</b>
<b>9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....</b>	<b>25</b>
<b>10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	<b>26</b>
10.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии .....	26
10.2. Методические указания для занятий лекционного типа.....	28
10.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах.....	28
10.4. Методические указания по освоению дисциплины на практических занятиях.....	28
10.5. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся .....	28
10.6. Методические указания для выполнения курсового проекта / работы .....	29
<b>11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>29</b>
11.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости .....	29
11.1.1. Типовые задания для лабораторных и практических работ.....	29
11.1.2. Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме экзамена.....	30
11.1.3. Методические указания к курсовому проектированию .....	31
11.1.4. Защита курсового проекта/ работы .....	31

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

### **1.1. Цель освоения дисциплины:**

Целью освоения дисциплины является изучение принципов работы и способов управления полупроводниковыми устройствами средней и большой мощности, предназначенных для преобразования параметров электрической энергии.

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

- Проектирование автономных одно-и многофазных инверторов напряжения;
- Проектирование тиристорных контакторов и пускателей;
- Проектирование установок повышения качества электроэнергии.

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

Учебная дисциплина «Преобразователи электрической энергии» включена в перечень дисциплин вариативной части (формируемой участниками образовательных отношений), определяющий направленность ОП Б1.В.ОД.6. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП.

Дисциплина «Преобразователи электрической энергии» базируется на следующих дисциплинах в объеме программы бакалавриата (11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»): Основы преобразовательной техники, Вторичные источники питания, Твердотельная электроника.

Дисциплина «Преобразователи электрической энергии» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: Энергетическая электроника, Электронные промышленные устройства, Трансформаторно-тиристорные регуляторы переменного тока, Проектирование и технология электронной компонентной базы.

Рабочая программа дисциплины «Преобразователи электрической энергии» 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

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры, формирования дисциплины Компетенции берутся из Учебного плана по направлению подготовки бакалавра /специалиста/магистра»			
	1	2	3	4
<b>ПКС-1</b>				
Энергетическая электротехника				
Электронные промышленные устройства				
Компьютерные технологии в научных исследованиях				
Философские вопросы технических наук				
Преобразователи электрической энергии				
Применение силовых полевых транзисторов в импульсных преобразователях энергии				
Математические методы обработки экспериментальных данных				
Промышленные микропроцессорные контроллеры				
Проектирование и технология электронной компонентной базы				
Трансформаторно-тиристорные регуляторы переменного тока				
Источники питания системных блоков вычислительной техники				
Методы математического моделирования преобразователей электрической энергии				
Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)				
Технологическая (проектно-технологическая) практика				
Научно-исследовательская работа				
Научно-исследовательская работа				

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры, формирования дисциплины Компетенции берутся из Учебного плана по направлению подготовки бакалавра /специалиста/магистра»			
	1	2	3	4
Преддипломная практика				
Подготовка и защита ВКР				

### **ПКС-2**

Энергетическая электротехника				
Электронные промышленные устройства				
Компьютерные технологии в научных исследованиях				
Преобразователи электрической энергии				
Промышленные микропроцессорные контроллеры				
Проектирование и технология электронной компонентной базы				
Трансформаторно-тиристорные регуляторы переменного тока				
Источники питания системных блоков вычислительной техники				
Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)				
Технологическая (проектно-технологическая) практика				
Научно-исследовательская работа				
Научно-исследовательская работа				
Преддипломная практика				
Подготовка и защита ВКР				

### **ПКС-3**

Конструирование электронных узлов с использованием САПР				
Преобразователи электрической энергии				

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры, формирования дисциплины Компетенции берутся из Учебного плана по направлению подготовки бакалавра /специалиста/магистра»			
	1	2	3	4
Проектирование и технология электронной компонентной базы				
Трансформаторно-тиристорные регуляторы переменного тока				
Источники питания системных блоков вычислительной техники				
Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)				
Технологическая (проектно-технологическая) практика				
Научно-исследовательская работа				
Научно-исследовательская работа				
Преддипломная практика				
Подготовка и защита ВКР				

#### УК-1

Методологические основы научного познания				
Энергетическая электроника				
Электронные промышленные устройства				
Компьютерные технологии в научных исследованиях				
Философские вопросы технических наук				
Преобразователи электрической энергии				
Методы математического моделирования преобразователей электрической энергии				
Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)				
Технологическая (проектно-технологическая) практика				

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры, формирования дисциплины Компетенции берутся из Учебного плана по направлению подготовки бакалавра /специалиста/магистра»			
	1	2	3	4
<i>Научно-исследовательская работа</i>				
<i>Научно-исследовательская работа</i>				
<i>Преддипломная практика</i>				
<i>Подготовка и защита ВКР</i>				
<b>УК-2</b>				
<i>Методы математического моделирования в научных исследованиях</i>				
<i>Актуальные проблемы современной науки и техники в области наноэлектроники</i>				
<i>Конструирование электронных узлов с использованием САПР</i>				
<i>Преобразователи электрической энергии</i>				
<i>Проектирование и технология электронной компонентной базы</i>				
<i>Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)</i>				
<i>Технологическая (проектно-технологическая) практика</i>				
<i>Научно-исследовательская работа</i>				
<i>Научно-исследовательская работа</i>				
<i>Преддипломная практика</i>				
<i>Подготовка и защита ВКР</i>				

**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

<b>Код и наименование компетенции</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения компетенции</b>	<b>Планируемые результаты обучения по дисциплине</b>			<b>Оценочные средства</b>	
					<b>Текущего контроля</b>	<b>Промежуточной аттестации</b>
УК – 1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	ИУК-1.1. Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя её составляющие и связи между ними.	<b>Знать:</b> - требования ЕСКД и основные теоретические положения экономики науки и техники	<b>Уметь:</b> - производить технико-экономический анализ и оценку использования различных схемотехнических решений при разработке преобразователей.	<b>Владеть:</b> - методами сравнительного расчета технико-экономической эффективности при разработке преобразователей.	Письменный опрос	Вопросы для устного собеседования. (25 вопросов)
УК-2. Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	ИУК-2.1. Формулирует на основе поставленной проблемы проектную задачу и способ ее решения через реализацию проектного управления	<b>Знать:</b> - основные требования, предъявляемые к характеристикам полупроводниковых преобразователей и их схемотехнические решения	<b>Уметь:</b> - выявлять по техническому заданию оптимальную структуру полупроводникового преобразователя	<b>Владеть:</b> - навыками структурирования сложных полупроводниковых преобразователей	Письменный опрос	
ПКС-1 Способен к техническому обслуживанию и ремонту электронных средств и электронных систем БКУ	ИПКС-1.1 Исследует энергетические установки объектов.	<b>Знать:</b> - физические основы работы мощных полупроводниковых преобразователей и их характеристики	<b>Уметь:</b> - производить выбор силовой схемы полупроводниковых преобразователей с учетом условий эксплуатации.	<b>Владеть:</b> - навыками упрощенного расчета элементов полупроводниковых преобразователей	Письменный опрос	

ПКС-2 Способен к консультированию в сфере разработки и эксплуатации электронных средств и электронных систем БКУ	ИПКС-2.3 Разрабатывает средства управления и регулирования электрической энергии	<b>Знать:</b> - требования ЕСКД к проектно-конструкторской документации и правила технической эксплуатации, предъявляемые к полупроводниковым преобразователям.	<b>Уметь:</b> - оформлять графическую и текстовую документацию в соответствии с требованиями ГОСТ.	<b>Владеть:</b> - современным программным обеспечением, применяемым для оформления проектно-конструкторской документации.	Письменный опрос	
ПКС-3 Способен разрабатывать эффективные алгоритмы решения сформулированных задач с использованием современных языков программирования и обеспечивать их программную реализацию	ИПКС-3.2 Разрабатывает алгоритмы и реализует их на базе современных языков программирования	<b>Знать:</b> - требуемые формы и уровни сигналов управления силовыми преобразователями.	<b>Уметь:</b> - разрабатывать алгоритмы управления силовыми преобразователями.	<b>Владеть:</b> - языками программирования современных контроллеров для реализации систем управления силовыми преобразователями.	Письменный опрос	

1. **Трудовая функция С/01.7:** Исследования и консультирование в сфере разработки и эксплуатации электронных средств и электронных систем БКУ.

Квалификационные требования к ТФ С/01.7:

**Трудовые действия:**

- изучение передового отечественного и зарубежного опыта разработки и эксплуатации электронных средств и электронных систем БКУ.

**Трудовые умения:**

- формулировать техническое задание;
- анализировать возможные схемные, конструктивные решения.

**Трудовые знания:**

- цифровая и аналоговая электроника.

2. **Трудовая функция С/02.7:** Техническое управление разработкой и производством электронных средств и электронных систем БКУ.

Квалификационные требования к ТФ С/02.7:

**Трудовые действия:**

- анализ результатов моделирования и тестирования электронных средств и электронных систем БКУ.

**Трудовые умения:**

- анализировать возможные схемные, конструктивные решения.

**Трудовые знания:**

- цифровая и аналоговая схемотехника.

3. **Трудовая функция С/03.7:** Контроль выпуска программной и конструкторской документации на электронные средства и электронные системы БКУ.

Квалификационные требования к ТФ С/03.7:

**Трудовые действия:**

- контроль разработки и оформления конструкторской и программной документации на электронные средства и электронные системы БКУ.

**Трудовые умения:**

- формулировать техническое задание
- составлять отчетную документацию.

**Трудовые знания:**

- стандарты ЕСКД и ЕСПД.

## **4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

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

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 8 зач.ед. 288 часа, распределение часов по видам работ семестрам представлено в таблице 2.

Таблица 3

**Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам**

#### **Для студентов очного обучения**

<b>Вид учебной работы</b>	<b>Трудоёмкость в час</b>		
	<b>Всего час.</b>	<b>В т.ч. по семестрам</b>	
		<b>№ сем 6</b>	
<b>Формат изучения дисциплины</b>			с использованием элементов электронного обучения
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>288</b>	<b>288</b>	
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>127</b>	<b>127</b>	
<b>1.1. Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>119</b>	<b>119</b>	
занятия лекционного типа (Л)	34	34	
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. Занятия и др.)	51	51	
лабораторные работы (ЛР)	34	34	
<b>1.2. Внеаудиторная, в том числе</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)	2	2	
текущий контроль, консультации по дисциплине	4	4	
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	2	2	
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>134</b>	<b>134</b>	
реферат/эссе (подготовка)			
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)			
контрольная работа	5	5	
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)	75	75	
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.)	54	54	
<b>Подготовка к экзамену (контроль)</b>	<b>27</b>	<b>27</b>	

## 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			Самостоятельная работа студентов (час)								
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия									
<b>2 семестр</b>													
УК – 1 ИУК – 1.1. УК – 2 ИУК – 2.1 ПКС – 1 ИПКС – 1.1 ПКС – 2 ИПКС – 2.3 ПКС - 3 ИПКС - 3.2	<b>Раздел 1.</b> Непосредственные преобразователи частоты												
	<b>Тема 1.1.</b> Преобразователи на базе нулевых и мостовых вентильных групп. Однофазные и многофазные преобразователи.	2			1	Проработка лекционного материала. Изучение рекомендованной литературы. [6.1.1.], [6.1.2.], [6.1.3.].	Публичная презентация проекта.	1					
	<b>Тема 1.2.</b> Преобразователи с раздельным управлением вентильными группами.	2			1	Проработка лекционного материала. Изучение рекомендованной литературы. [6.1.1.], [6.1.2.], [6.1.3.].	Публичная презентация проекта.						
	<b>Тема 1.3.</b> Способы получения синусоидального выходного напряжения.	2			1	Проработка лекционного материала. Изучение рекомендованной литературы. [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						
		2				1	Проработка лекционного материала. Изучение рекомендованной литературы. [6.1.1.], [6.1.2.], [6.1.3.]	Публичная презентация проекта.		
		2				1	Проработка лекционного материала. Изучение рекомендованной литературы. [6.1.1.], [6.1.2.], [6.1.3.]	Публичная презентация проекта.		
		2				1	Проработка лекционного материала. Изучение рекомендованной литературы. [6.1.1.], [6.1.2.], [6.1.3.]	Публичная презентация проекта.		
		2				1	Проработка лекционного материала. Изучение рекомендованной литературы. [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									
	<b>Практическая работа №1</b> Схемотехнические решения и методы расчета однофазных непосредственных преобразователей частоты (НПЧ) с нулевыми вентильными группами.			4	2	Подготовка к практическим занятиям [6.2.1], [6.2.2], [6.2.3].							
	<b>Практическая работа №2</b> Схемотехнические решения и особенности расчета однофазных НПЧ с мостовыми вентильными группами.			4	2	Подготовка к практическим занятиям [6.2.1], [6.2.2], [6.2.3].							
	<b>Практическая работа №3</b> Схемотехнические решения многофазных НПЧ.			2	2	Подготовка к практическим занятиям [6.2.1], [6.2.2], [6.2.3].							
	<b>Практическая работа №4</b> Формирование выходного напряжения при раздельном управлении вентильными группами НПЧ.			8	2	Подготовка к практическим занятиям [6.2.1], [6.2.2], [6.2.3].							
	<b>Практическая работа №5</b> Формирование выходного напряжения при совместном управлении вентильными группами НПЧ.			8	2	Подготовка к практическим занятиям [6.2.1], [6.2.2], [6.2.3].							
	<b>Лабораторная работа № 1</b> Исследование реверсивного преобразователя.		6		3	Подготовка к лабораторным занятиям [6.2.1], [6.2.2], [6.2.3].	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)
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа студентов (час)				
УК – 1 ИУК – 1.1. УК – 2 ИУК – 2.1 ПКС – 1 ИПКС – 1.1 ПКС - 3 ИПКС - 3.2	<b>Раздел 2.</b> Тиристорные регуляторы и стабилизаторы переменного напряжения								
	<b>Тема 2.1.</b> Схемные решения тиристорных регуляторов переменного напряжения.	2			1	Проработка лекционного материала. Изучение рекомендованной литературы. [6.1.1.], [6.1.2.], [6.1.3.].	Публичная презентация проекта.		
	<b>Тема 2.2.</b> Способы регулирования переменного напряжения.	3			1	Проработка лекционного материала. Изучение рекомендованной литературы. [6.1.1.], [6.1.2.], [6.1.3.].	Публичная презентация проекта.	1	
	<b>Тема 2.3.</b> Законы коммутации вентилей.	1			1	Проработка лекционного материала. Изучение рекомендованной литературы. [6.1.1.], [6.1.2.], [6.1.3.].	Публичная презентация проекта.		
	<b>Практическая работа №6</b> Методы расчета автотрансформаторных схем тиристорных регуляторов переменного напряжения.				4	2	Подготовка к практическим занятиям [6.2.1], [6.2.2], [6.2.3].		

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									
ПКС – 1 ИПКС – 1.1 ПКС – 2 ИПКС – 2.3 ПКС - 3 ИПКС - 3.2	<b>Практическая работа №7</b> Особенности расчета тиристорных регуляторов с вольтодобавочными трансформаторами.			2	2	Подготовка к практическим занятиям [6.2.1], [6.2.2], [6.2.3].							
	<b>Лабораторная работа № 2</b> Исследование одноэлементного тиристорного регулятора переменного напряжения.		6		4	Подготовка к лабораторным занятиям [6.2.1], [6.2.2], [6.2.3].							
	<b>Раздел 3.</b> Транзисторные широтно-импульсные преобразователи постоянного напряжения												
	<b>Тема 3.1.</b> Способы широтно-импульсной модуляции.	1			1	Проработка лекционного материала. Изучение рекомендованной литературы. [6.1.1.], [6.1.2.], [6.1.3.].	Публичная презентация проекта.						
	<b>Тема 3.2.</b> Нереверсивные преобразователи с последовательным, параллельным и последовательно-параллельным коммутирующим элементом.	4			1	Проработка лекционного материала. Изучение рекомендованной литературы. [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									
	<b>Тема 3.3.</b> Реверсивные широтно-импульсные преобразователи с симметричным, поочередным и несимметричным управлением.	7			1	Проработка лекционного материала. Изучение рекомендованной литературы. [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3].	Публичная презентация проекта.						
	<b>Практическая работа №8</b> Методы расчета повышающих и понижающих широтно-импульсных преобразователей постоянного напряжения.			6	2	Подготовка к практическим занятиям [6.2.1], [6.2.2], [6.2.3].							
	<b>Практическая работа №9</b> Способы управления реверсивными широтно-импульсными преобразователями постоянного напряжения.			8	2	Подготовка к практическим занятиям [6.2.1], [6.2.2], [6.2.3].							
	<b>Лабораторная работа № 3</b> Исследование импульсных преобразователей и стабилизаторов постоянного напряжения.		8		4	Подготовка к лабораторным занятиям [6.2.1], [6.2.2], [6.2.3].							
	<b>Лабораторная работа № 4</b> Исследование мостового широтно-импульсного преобразователя с симметричным законом управления.		8		4	Подготовка к лабораторным занятиям [6.2.1], [6.2.2], [6.2.3].							
	<b>Лабораторная работа № 5</b> Исследование мостового широтно-импульсного преобразователя с несимметричным законом управления.		6		4	Подготовка к лабораторным занятиям [6.2.1], [6.2.2], [6.2.3].							

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									
УК – 2 ИУК – 2.1 ПКС – 1 ИПКС – 1.1 ПКС – 2 ИПКС – 2.3 ПКС - 3 ИПКС - 3.2	<b>Раздел 4.</b> Тиристорные широтно-импульсные преобразователи постоянного напряжения												
	<b>Тема 4.1.</b> Тиристорные преобразователи постоянного напряжения с широтно-импульсным и частотно-импульсным регулированием.	1			1	Проработка лекционного материала. Изучение рекомендованной литературы. [6.1.1.], [6.1.2.], [6.1.3.].	Публичная презентация проекта.						
	<b>Тема 4.2.</b> Виды принудительной коммутации вентилей. Основные схемы узлов принудительной коммутации.	1			1	Проработка лекционного материала. Изучение рекомендованной литературы. [6.1.1.], [6.1.2.], [6.1.3.].	Публичная презентация проекта.						
	<b>Практическая работа №10</b> Расчет устройств принудительной коммутации тиристорных широтно-импульсных преобразователей постоянного напряжения.			5	2	Подготовка к практическим занятиям [6.2.1], [6.2.2], [6.2.3].							
\	<b>РГР</b>												
	<b>Контрольная</b>				5								
	<b>Курсовой проект / работа</b>				75								
	<b>ИТОГО ЗА СЕМЕСТР</b>	<b>34</b>	<b>51</b>	<b>34</b>	<b>134</b>								
	<b>ИТОГО по дисциплине</b>	<b>34</b>	<b>51</b>	<b>34</b>	<b>134</b>								

## **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

5.1.1. Тесты для текущего контроля знаний обучающихся сформированы в системе E-learning и находятся в свободном доступе:  
[https://edu.nntu.ru/subject/index/card/subject\\_id/1424](https://edu.nntu.ru/subject/index/card/subject_id/1424)

Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

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

Шкала оценивания	Экзамен/ Зачет с оценкой	Зачет
40<R≤50	Отлично	зачет
30<R≤40	Хорошо	
20<R≤30	Удовлетворительно	
0<R≤20	Неудовлетворительно	

5.1.2 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.nntu.ru/subject/index/card/subject\\_id/1424](https://edu.nntu.ru/subject/index/card/subject_id/1424)

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

<b>Код и наименование компетенции</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения компетенции</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не засчитено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «засчитено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «засчитено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «засчитено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
УК – 1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	ИУК-1.1. Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя её составляющие и связи между ними.	Не способен производить анализ проектировочной проблемы, определять оптимальные пути ее решения.	С затруднениями способен производить анализ проектировочной проблемы, определять оптимальные пути ее решения.	Уверенно производит анализ проектировочной проблемы. Определяет пути ее решения и способен выбрать наиболее оптимальный.	Уверенно производит анализ проектировочной проблемы. Способен определяет пути ее решения, разбить их на этапы и предложить наиболее эффективные способы их реализации.
УК-2. Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	ИУК-2.1. Формулирует на основе поставленной проблемы проектную задачу и способ ее решения через реализацию проектного управления	Не способен определить пути решения проблемы, этапы проектировочной деятельности и производства электроэнергетического оборудования и его узлов.	Способен определить пути решения проблемы. С затруднениями разделяет на этапы проектировочной деятельности и производства электроэнергетического оборудования и его узлов.	Уверенно определяет пути решения проблемы, этапы проектировочной деятельности и производства электроэнергетического оборудования и его узлов.	Уверенно определяет пути решения проблемы, этапы проектировочной деятельности и производства электроэнергетического оборудования и его узлов. Способен предложить наиболее эффективный маршрут решения задачи с точки зрения технико-экономического анализа.

ПКС-1 Способен к исследованию электронных средств и электронных систем БКУ	ИПКС-1.1. Исследует энергетические установки объектов	Не имеет представления о принципах действия полупроводниковых установок для регулирования параметров и качества электроэнергии. Не способен к исследованию электрических процессов в энергосистеме с преобразователем энергии.	Имеет слабое представление о принципах действия полупроводниковых установок для регулирования параметров и качества электроэнергии. Не способен к исследованию электрических процессов в энергосистеме с преобразователем энергии.	Уверенно разбирается в принципах действия полупроводниковых установок для регулирования параметров и качества электроэнергии. Частично способен к исследованию электрических процессов в энергосистеме с преобразователем энергии.	Уверенно разбирается в принципах действия полупроводниковых установок для регулирования параметров и качества электроэнергии. Способен к исследованию электрических процессов в энергосистеме с преобразователем энергии, анализу и производству рекомендаций к проектированию установок.
ПКС-2 Способен к консультированию в сфере разработки и эксплуатации электронных средств и электронных систем БКУ	ИПКС-2.3. Разрабатывает средства управления и регулирования электрической энергии	Не имеет представления о принципах управления энергетическими объектами и полупроводниковыми преобразователями. Не владеет способами регулирования параметров электроэнергии.	Имеет слабое представление о принципах управления энергетическими объектами и полупроводниковыми преобразователями. Неуверенно объясняет способы регулирования параметров электроэнергии.	Уверенно разбирается в принципах управления энергетическими объектами и полупроводниковыми преобразователями. Владеет основными способами регулирования параметров электроэнергии.	Уверенно разбирается в принципах управления энергетическими объектами и полупроводниковыми преобразователями. Досконально знает наиболее эффективные способы регулирования параметров электроэнергии и применяет их на практике.
ПКС-3 Способен разрабатывать эффективные алгоритмы решения сформулированных задач с использованием современных языков программирования и обеспечивать их программную реализацию	ИПКС-3.2. Разрабатывает алгоритмы и реализует их на базе современных языков программирования	Не владеет навыками работы со средами программирования, принципами функционирования микропроцессорных систем управления и способами их построения. Не способен спроектировать функциональную схему системы управления.	Владеет навыками работы со средами программирования. Частично владеет принципами функционирования микропроцессорных систем управления и способами их построения. Не способен спроектировать полноценную функциональную схему системы управления.	Владеет навыками работы со средами программирования, принципами функционирования микропроцессорных систем управления и способами их построения. Способен спроектировать полноценную функциональную схему системы управления.	Уверенно владеет навыками работы со средами программирования, принципами функционирования микропроцессорных систем управления и способами их построения. Способен спроектировать полноценную функциональную схему системы управления наиболее эффективным образом.

**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 ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Учебная литература**

6.1.1 Герман-Галкин С.Г. Виртуальные лаборатории полупроводниковых систем в среде Matlab-Simulink: Учебник / С.Г. Герман-Галкин // СПб.: Издательство «Лань», 2013. – 448с.

6.1.2 Забродин Ю.С. Промышленная электроника. Учебник. / Забродин Ю.С. - М. : Альянс, 2013.- 496 с. : ил. - (М-во высш.и сред.спец.обр)

6.1.3 Попков О.З. Основы преобразовательной техники: Учеб.пособие / О.З. Попков. - М. : Изд.дом МЭИ, 2007. - 528 с. : ил. - (УМО вузов России по образованию в обл. энергетики и электротехн.)

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

6.2.1. Кобзев, А. В. Энергетическая электроника : учебное пособие / А. В. Кобзев, В. Д. Семенов, Б. И. Коновалов. — Москва : ТУСУР, 2010. — 164 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/10934>

6.2.2. 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, 2021. — 332 с. — ISBN 978-5-8114-2583-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/169182>

6.2.3. Зиновьев Г.С. Основы силовой электроники. Учебное пособие/ Г.С. Зиновьев – Новосибирск: НГТУ, 2009.-664 с. (метод. совет М-ва образования РФ по пром. электронике)

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

6.3.1. Научно-технический журнал «Электричество» (URL: <https://etr1880.mpei.ru/>)

6.3.2. Электронный научно-технический журнал «Силовая электроника» (URL: <https://power-e.ru/>)

6.3.3. Научная электронная библиотека «eLIBRARY.RU» (URL: <https://elibrary.ru/>)

6.4. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

*Методические указания по выполнению лабораторных работ и справочные материалы по дисциплине «Преобразователи электрической энергии» в электронном варианте находятся в системе E-learning 4G в разделе информационные ресурсы по URL-адресу:*

[https://edu.nntu.ru/subject/index/card/subject\\_id/1424](https://edu.nntu.ru/subject/index/card/subject_id/1424)

## 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
Microsoft Windows 7 (подписка MSDN 4689, подписка DreamSparkPremium, договор № Tr113003 от 25.09.14)	EREMEX SimOne
Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655)	EveryCircuit

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

В таблице 9 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 9 - Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем**

<b>№</b>	<b>Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы</b>	<b>Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>1</b>	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>
<b>2</b>	Электронная база избранных статей по философии	<a href="http://www.philosophy.ru/">http://www.philosophy.ru/</a>
<b>3</b>	Единый архив экономических и социологических данных	<a href="http://sophist.hse.ru/data_access.shtml">http://sophist.hse.ru/data_access.shtml</a>
<b>4</b>	Базы данных Национального совета по оценочной деятельности	<a href="http://www.ncva.ru">http://www.ncva.ru</a>
<b>5</b>	Справочная правовая система «КонсультантПлюс»	доступ из локальной сети
<b>6</b>	Информационно-справочная система «Техсперт»	доступ из локальной сети
<b>7</b>	Международная онлайн библиотека «IEEE Xplore Digital Library»	доступ из локальной сети
<b>8</b>	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	<a href="https://www.elibrary.ru/">https://www.elibrary.ru/</a>

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

В таблице **10** 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 10 - Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ**

<b>№</b>	<b>Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ</b>	<b>Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования</b>
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 11 - Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы студентов по дисциплине

№	Наименование аудиторий и помещений для проведения учебных занятий и самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	<b>Ауд. 1244</b> Аудитория для проведения лекционного цикла и самостоятельной работы	Проектор ViewSonic – 1 шт; ПК на базе Intel Core i3, 8Гб озу, 240 Гб SSD, монитор Philips 20. Кол-во – 4 шт.  ПК подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета	- Microsoft Windows 7 (подписка DreamSpark Premium, договор № Tr113003 от 25.09.14); - Microsoft Office (лицензия № 43178972); - Adobe Acrobat Reader (FreeWare); - 7-zip для Windows (свободно распространяемое ПО, лицензия GNU GPL); - Dr.Web (Сертификат №EL69-RV63-YMBJ-N2G7 от 14.05.19)
2	<b>Ауд. 1242</b> Лаборатория «Преобразовательной техники»	Тиристорный преобразователь частоты. Кол-во – 2 шт. Емкостный фильтр. Кол-во – 1 шт.  ПК на базе Intel Core i3, 8Гб ОЗУ, 240 Гб SSD, монитор Philips. Кол-во – 1 шт.  ПК подключен к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета	- Microsoft Windows 7 (подписка DreamSpark Premium, договор № Tr113003 от 25.09.14); - Microsoft Office (лицензия № 43178972); - Adobe Acrobat Reader (FreeWare); - 7-zip для Windows (свободно распространяемое ПО, лицензия GNU GPL); - Dr.Web (Сертификат №EL69-RV63-YMBJ-N2G7 от 14.05.19)

## 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, а также проводиться 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 «Преобразователи электрической энергии», используются современные образовательные технологии, позволяющие повысить активность сту-

дентов при освоении материала курса и предоставить им возможность эффективно реализовать часы самостоятельной работы.

Весь лекционный материал курса сопровождается компьютерными презентациями, в которых наглядно преподносятся материал различных разделов курса и что дает возможность обсудить материал со студентами во время чтения лекций, активировать их деятельность при освоении материала. Материалы лекций, в виде слайдов находятся в свободном доступе на 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 с студентами, так и современных информационных технологий: чат, электронная почта, Skype, ZOOM, Viber, Discord.

Инициируется 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.

**Результат обучения считается сформированным на повышенном уровне**, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент исчерпывающе, последовательно, четко и логически излагает учебный материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, использует в ответе дополнительный материал. Все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты, проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

**Результат обучения считается сформированным на пороговом уровне**, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент последовательно, четко и логически стройно излагает учебный материал; справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, требующих применения знаний; все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий

**Результат обучения считается несформированным**, если студент при выполнении заданий не демонстрирует знаний учебного материала, допускает ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет задания, не демонстрирует необходимых умений, качество выполненных заданий не соответствует установленным требованиям, качество их выполнения оценено числом баллов ниже трех по оценочной системе, что соответствует допороговому уровню.

## **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**

Подготовку к каждой практическому занятию 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 практических работ учитывается следующее:

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

## **10.5. 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 ис-

пользованы 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. Выполнить расчет непосредственного преобразователя частоты в соответствии с заданной силовой схемой, алгоритмом управления и параметрами по индивидуальному варианту.
2. Произвести выбор и расчет вентиляй.
3. Произвести выбор охладителя, произвести тепловой расчет вентиляй.
4. Определить параметры согласующего трансформатора.
5. Привести диаграммы выходного напряжения
6. Разработать функциональную схему управления вентиляй.
7. Привести описание работы силовой части выпрямителя совместно со схемой управления.

Рассматриваемая схемотехника – непосредственные преобразователи трехфазного напряжения в однофазное:

1. С нулевым проводом;
2. Мостовая.

## **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;
- проведение практических работ;
- отчет по практическим работам;
- выполнение курсового проекта;
- тестирование на сайте преподавателя по различным разделам курса;
- экзамен.

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

Режим доступа <https://edu.nntu.ru/>

Методические указания для проведения лабораторных и расчетно-практических работ:  
URL:

[https://edu.nntu.ru/resource/index/index/subjecttype/subject/subject\\_id/1424/resource\\_id/35876](https://edu.nntu.ru/resource/index/index/subjecttype/subject/subject_id/1424/resource_id/35876)

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

Вопросы к промежуточной аттестации (экзамен)

1. Непосредственные преобразователи частоты. Схемотехнические решения НПЧ.
2. Однофазно-однофазный НПЧ с нулевыми вентильными группами
3. Трехфазно-однофазный НПЧ с нулевыми вентильными группами
4. Однофазный НПЧ с мостовыми вентильными группами
5. Трехфазно-однофазный НПЧ с мостовыми вентильными группами
6. Многофазные НПЧ.
7. Однофазно-трехфазный НПЧ с нулевыми вентильными группами
8. Трехфазный НПЧ с нулевыми вентильными группами
9. Классификация НПЧ.
10. Работа НПЧ при раздельном управлении вентильными группами
11. НПЧ с прямоугольным  $U_{вых}$ .
12. Трехфазно-однофазный НПЧ
13. НПЧ с линейным изменением угла управления
14. на примере однофазного с нулевыми вентильными группами
15. НПЧ с арккосинусоидальным управлением
16. НПЧ с приближенным к синусоидальному  $U_{вых}$
17. НПЧ с совместным управлением.
18. НПЧ с прямоугольным  $U_{вых}$
19. На примере однофазного НПЧ с нулевыми вентильными группами
20. НПЧ с синусоидальным  $U_{вых}$  и линейным изменением угла управления
21. Трехфазно-однофазный НПЧ с нулевыми вентильными группами
22. НПЧ с приближенным к синусоидальному  $U_{вых}$
23. На примере трехфазно-однофазной нулевой в.схеме
24. НПЧ с арккосинусоидальным управлением.
25. Тиристорные регуляторы (ТР) с ШИМ НЧ
26. Одноэлементный тиристорный регулятор
27. Двухэлементный ТР ШИМ на НЧ
28. Автотрансформаторная схема.
29. Двухэлементные ТР с вольтодобавочными трансформаторами
30. ТР ШИМ на основной частоте.
31. Одноэлементный ТР ШИМ на основной частоте.
32. Трехфазный одноэлементный ТР
33. Двухэлементный ТР ШИМ на основной частоте.
34. Законы коммутации тиристорных регуляторов.

35. ТР с ШИМ на Высокой Частоте.
36. ТР дискретного действия.
37. Регуляторы с простым разбиением РО.
38. Регуляторы с реверсированием РО.
39. ТР с разбиением РО и по двоичному или троичному числовому ряду.
40. ШИП постоянного напряжения.
41. Способы регулирования напряжения ШИП
42. ШИП на полностью управляемых элементах
43. Транзисторные ШИП
44. Нереверсивные ШИП
45. с последовательным ключевым элементом
46. Параллельный ШИП.
47. Параллельно-последовательные ШИП.
48. Реверсивные Транзисторные ШИП.
49. ШИП с симметричным управлением.
50. ШИМ с поочередным управлением.
51. Преобразователи с несимметричным управлением

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

Методические указания для выполнения курсовой работы:

URL:

[https://edu.nntu.ru/resource/index/index/subjecttype/subject/subject\\_id/1424/resource\\_id/35875](https://edu.nntu.ru/resource/index/index/subjecttype/subject/subject_id/1424/resource_id/35875)

Задание для курсовой работы:

URL:

[https://edu.nntu.ru/resource/index/index/subjecttype/subject/subject\\_id/1424/resource\\_id/35879](https://edu.nntu.ru/resource/index/index/subjecttype/subject/subject_id/1424/resource_id/35879)

Индивидуальные варианты параметров для курсовой работы:

URL:

[https://edu.nntu.ru/resource/index/index/subjecttype/subject/subject\\_id/1424/resource\\_id/35878](https://edu.nntu.ru/resource/index/index/subjecttype/subject/subject_id/1424/resource_id/35878)

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

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

Основной перечень вопросов к защите курсового проекта /работы:

1. Непосредственные преобразователи частоты. Схемотехнические решения НПЧ.
2. Однофазно-однофазный НПЧ с нулевыми вентильными группами
3. Трехфазно-однофазный НПЧ с нулевыми вентильными группами
4. Однофазный НПЧ с мостовыми вентильными группами
5. Трехфазно-однофазный НПЧ с мостовыми вентильными группами
6. Многофазные НПЧ.

7. Однофазно-трехфазный НПЧ с нулевыми вентильными группами
8. Трехфазный НПЧ с нулевыми вентильными группами
9. Классификация НПЧ.
10. Работа НПЧ при раздельном управлении вентильными группами
11. НПЧ с прямоугольным Uвых.
12. Трехфазно-однофазный НПЧ
13. НПЧ с линейным изменением угла управления
14. на примере однофазного с нулевыми вентильными группами
15. НПЧ с арккосинусоидальным управлением
16. НПЧ с приближенным к синусоидальному Uвых
17. НПЧ с совместным управлением.
18. НПЧ с прямоугольным Uвых
19. На примере однофазного НПЧ с нулевыми вентильными группами
20. НПЧ с синусоидальным Uвых и линейным изменением угла управления
21. Трехфазно-однофазный НПЧ с нулевыми вентильными группами
22. НПЧ с приближенным к синусоидальному Uвых
23. На примере трехфазно-однофазной нулевой в.схеме
24. НПЧ с арккосинусоидальным управлением.

Оценивание может быть проведено в электронном виде на базе курса «Преобразователи электрической энергии» с помощью современных информационных технологий: чат, электронная почта, Skype, ZOOM, Viber, Discord, а также СДО E-Learning 4G:  
(URL: [https://edu.nntu.ru/resource/index/index/subjecttype/subject/subject\\_id/1424/resource\\_id/35877](https://edu.nntu.ru/resource/index/index/subjecttype/subject/subject_id/1424/resource_id/35877))