

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” 06 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ОД.1 Энергетическая электроника

(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

для подготовки магистров

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 180/5
часов/з.е

Промежуточная аттестация экзамен

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

Нижний Новгород 2021г.

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 _____ № 11.04.04-М-5

Начальник МО _____

1. Оглавление	
1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	4
1.1. Цель освоения дисциплины:.....	4
1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля):	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	4
3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....	5
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	12
4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам	12
4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам	13
5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.	20
5.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности.....	20
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	24
6.1. Учебная литература.....	24
6.2. Справочно-библиографическая литература.....	24
6.3. Перечень журналов по профилю дисциплины:.....	24
6.4. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям	25
7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	25
7.1. Перечень информационных справочных систем	25
7.2. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства необходимого для освоения дисциплины.....	25
8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ	26
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	26
10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	27
10.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии	27
10.2. Методические указания для занятий лекционного типа.....	29
10.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах.....	29
10.4. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся	29
11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	30
11.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости	30
11.1.1. Типовые задания для лабораторных работ	30
11.1.2. Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме экзамена.....	30

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 Энергетическая электроника включена в перечень дисциплин вариативной части (формируемой участниками образовательных отношений), определяющий направленность ОП Б1.В.ОД.1. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП.

Дисциплина «Энергетическая электроника» базируется на следующих дисциплинах в объёме программы бакалавриата (11.03.04 «Электроника и наноэлектроника») и магистратуры (11.04.04 «Электроника и наноэлектроника»): Преобразователи электрической энергии, Конструирование электронных узлов с использованием САПР, Актуальные проблемы современной науки и техники в области наноэлектроники.

Дисциплина «Энергетическая электроника» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: Электронные промышленные устройства, Трансформаторно-тиристорные регуляторы переменного тока.

Рабочая программа дисциплины «Энергетическая 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

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

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры, формирования дисциплины Компетенции берутся из Учебного плана по направлению подготовки бакалавра /специалиста/магистра»			
	1	2	3	4
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-5				
Энергетическая электротехника				
Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)				
Научно-исследовательская работа				
Научно-исследовательская работа				
Подготовка и защита ВКР				
ПКС-6				
Энергетическая электротехника				
Технологическая (проектно-технологическая) практика				
Преддипломная практика				
Подготовка и защита ВКР				
УК-1				
Методологические основы научного познания				
Энергетическая электротехника				

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

УК-3

Актуальные проблемы современной науки и техники в области наноэлектроники				
Энергетическая электроника				
Электронные промышленные устройства				
Конструирование электронных узлов с использованием САПР				
Проектирование и технология электронной компонентной базы				
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				

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	Промежуточной аттестации			
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.	Знать: - физические основы работы мощных полупроводниковых преобразователей и их характеристики	Уметь: - производить выбор силовой схемы полу-проводниковых преобразователей с учетом условий эксплуатации	Владеть: - навыками упрощенного расчета элементов полупроводниковых преобразователей	Письменный опрос	Вопросы для устного собеседования. (25 вопросов)
УК-3. Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели	ИУК-3.2. Организует и корректирует работу команды, в т.ч. на основе коллегиальных решений	Знать: - основные этапы разработки, эксплуатации и утилизации энергетических объектов	Уметь: - распределять рабочую группу исследователей в зависимости от временных рамок и объему работы	Владеть: - навыками и методами оптимизации работы коллектива	Письменный опрос	
ПКС-1 Способен к техническому обслуживанию и ремонту электронных средств и электронных систем БКУ	ИПКС-1.1 Исследует энергетические установки объектов.	Знать: - принципы действия тиристорных контакторов, автономных инверторов тока и напряжения, преобразователей частоты и систем управления полупроводниковыми преобразователями.	Уметь: - применять методы расчета силовых элементов и иметь навыки расчета преобразователей совместно с системами управления вентильными преобразователями.	Владеть: - навыками работы с информационными базами данных об отечественных и зарубежных электронных компонентах; - современными методами расчета и проектирования силовых преобразователей совместно с системами управления вентильными преобразователями.	Письменный опрос	

ПКС-2 Способен к консультированию в сфере разработки и эксплуатации электронных средств и электронных систем БКУ	ИПКС-2.1 Разрабатывает электронно-энергетические системы	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - требования, предъявляемые электроэнергетикой к силовым полупроводниковым преобразователям и их схемотехнические решения. 	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - производить выбор и оценку использования различных схемотехнических решений при разработке преобразователей. 	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методами сравнительного расчета технико-экономической эффективности при разработке преобразователей 		
ПКС-5 Способен к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов	ИПКС-5.1 Организует и проводит экспериментальные исследования	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - характеристики экспериментальных средств по точности измерений и разбросу показаний, уровни детализации процессов в объектах, анализируемых с помощью моделирования. 	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - планировать серии экспериментов и выполнять в необходимом объеме экспериментальную проверку результатов моделирования. 	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками идентификации экспериментальных объектов и постановки серий экспериментов. 	Письменный опрос	
	ИПКС-5.2 Составляет методики проведения экспериментов	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные различия между физическим и имитационным моделированиями. 	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - адаптировать модели для достижения требуемой детализации и учета дополнительных параметров. 	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками работы в специализированных программах для создания моделей. 		
ПКС-6 Способен делать научно-обоснованные выводы по результатам теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, готовить научные публикации и заявки на изобретения.	ИПКС-6.1 Делает выводы по проведенным исследовательским работам	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методы анализа результатов исследования, 	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - предоставлять информацию, полученную в ходе исследования в различных интерпретациях 	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методами представления полученной информации в различном виде 	Письменный опрос	
	ИПКС-6.2 Даёт рекомендации к дальнейшим исследованиям и усовершенствованиям систем.	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные требования, предъявляемые к характеристикам полупроводниковых преобразователей и их схемотехнические решения. 	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - выявлять по техническому заданию оптимальную структуру полупроводникового преобразователя. 	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками структурирования сложных полупроводниковых преобразователей. 		

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;
- консультации в области разработки и эксплуатации электронных средств и электронных систем БКУ.

Трудовые умения:

- анализировать состояние и перспективы развития как электронной техники в целом, так и ее отдельных направлений;
- осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, применяя современные информационные, компьютерные и сетевые технологии.

Трудовые знания:

- передовой отечественный и зарубежный научный опыт в сфере разработки и эксплуатации электронных приборов или компонентов, схем и систем;
- межгосударственные и национальные стандарты РКТ, стандарты организации.

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:

- отработка и отладка схемотехнических и конструкторских решений на электронные системы БКУ;
- составление графиков по производству электронных средств и электронных систем БКУ;
- анализ результатов моделирования и тестирования электронных средств и электронных систем БКУ;
- исследование отказов и определение типов отказов электронных средств и электронных систем БКУ.

Трудовые умения:

- анализировать состояние и перспективы развития как электронной техники в целом, так и ее отдельных направлений;
- формулировать техническое задание

- вести самостоятельно или в составе группы научный поиск, реализуя специальные средства и методы получения нового знания;
- осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, применяя современные информационные, компьютерные и сетевые технологии;
- анализировать возможные схемные, конструктивные решения.

Трудовые знания:

- порядок и правила разработки, оформления, согласования, запуска, тиражирования, корректировки, ведения технической и нормативной документации;
- методы деловой коммуникации;
- электроника и электротехника;
- теория поиска и принятия решений.

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:

- осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, применяя современные информационные, компьютерные и сетевые технологии.

Трудовые знания:

- порядок и правила разработки, оформления, согласования, запуска, тиражирования, корректировки, ведения технической и нормативной документации;
- межгосударственные и национальные стандарты РКТ, стандарты организации.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 5 зач.ед. 180 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

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час	
	Всего час.	В т.ч. по семестрам
	№ сем б	
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения	
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	180	180
1. Контактная работа:	91	91
1.1. Аудиторная работа, в том числе:	85	85
занятия лекционного типа (Л)	34	34
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. Занятия и др)		
лабораторные работы (ЛР)	51	51
1.2. Внеаудиторная, в том числе	6	6
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)		
текущий контроль, консультации по дисциплине	4	4
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	2	2
2. Самостоятельная работа (СРС)	53	53
реферат/эссе (подготовка)		
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)		
контрольная работа	5	5
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)		
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.)	48	48
Подготовка к экзамену (контроль)	36	36

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									
2 семестр													
УК – 1 ИУК – 1.1. УК – 3 ИУК – 3.2 ПКС – 1 ИПКС – 1.1 ПКС – 6 ИПКС - 6.1 ИПКС - 6.2	Раздел 1. Автономные инверторы тока. Тема 1.1. Области применения и классификация автономных инверторов.	1			1	Проработка лекционного материала. Изучение рекомендованной литературы. [6.1.1.], [6.1.2.], [6.1.3.].	Публичная презентация проекта.						
	Тема 1.2. Области применения и классификация автономных инверторов.	1			2	Проработка лекционного материала. Изучение рекомендованной литературы. [6.1.1.], [6.1.2.], [6.1.3.].	Публичная презентация проекта.						
	Тема 1.3. Последовательный инвертор тока.	1			2	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)
		Лекции	Лабораторные работы практиче- ские заня- тия	Контактная ра- бота	Самостоятель- ная работа сту- дентов (час)				
УК – 1 ИУК – 1.1. ПКС – 6 ИПКС - 6.1 ИПКС - 6.2	Тема 1.4. Инвертор тока с отсекающими диодами.	1			2	Проработка лекционного материала. Изучение рекомендованной литературы. [6.1.1.], [6.1.2.], [6.1.3.].	Публичная презентация проекта.		
	Лабораторная работа № 1 Исследование трехфазного автономного инвертора тока.		8		2	Подготовка к лабораторным занятиям [6.2.1], [6.2.2], [6.2.3].	Публичная презентация проекта.	1	
УК – 1 ИУК – 1.1. ПКС – 6 ИПКС - 6.1 ИПКС - 6.2	Раздел 2. Резонансные инверторы.								
	Тема 2.1. Последовательный резонансный инвертор.	1			2	Проработка лекционного материала. Изучение рекомендованной литературы. [6.1.1.], [6.1.2.], [6.1.3.].	Публичная презентация проекта.		
	Тема 2.2. Параллельный резонансный инвертор.	1			2	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)
		Лекции	Лабораторные работы практиче- ские заня- тия	Контактная ра- бота	Самостоятель- ная работа сту- дентов (час)				
	Тема 2.3. Многоячайковые инверторы.	2			2	Проработка лекционного материала. Изучение рекомендованной литературы. [6.1.1.], [6.1.2.], [6.1.3.].	Публичная презентация проекта.		
УК – 1 ИУК – 1.1. УК – 3 ИУК – 3.2 ПКС – 6 ИПКС - 6.1 ИПКС - 6.2	Раздел 3. Транзисторные инверторы напряжения.								
	Тема 3.1. Однофазный мостовой инвертор.	1			2	Проработка лекционного материала. Изучение рекомендованной литературы. [6.1.1.], [6.1.2.], [6.1.3.].	Публичная презентация проекта.		
	Тема 3.2. Широтно-импульсное регулирование выходного напряжения инверторов на основной и высокой частоте.	4			2	Проработка лекционного материала. Изучение рекомендованной литературы. [6.1.1.], [6.1.2.], [6.1.3.].	Публичная презентация проекта.		
	Тема 3.3. Трехфазные транзисторные инверторы напряжения на базе нулевых и мостовых схем.	5			2	Проработка лекционного материала. Изучение рекомендованной литературы. [6.1.1.], [6.1.2.], [6.1.3.].	Публичная презентация проекта.		
	Лабораторная работа № 2 Исследование трехфазного автономного инвертора напряжения.		11		2	Подготовка к лабораторным занятиям [6.2.1], [6.2.2], [6.2.3].		1	

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 – 1 ИУК – 1.1. УК – 3 ИУК – 3.2 ПКС – 1 ИПКС – 1.1 ПКС - 5 ИПКС – 5.1 ИПКС – 5.2 ПКС – 6 ИПКС – 6.1 ИПКС - 6.2	Лабораторная работа № 3 Исследование однофазного (мостового) инвертора с симметричным управлением.		11		2	Подготовка к лабораторным занятиям [6.2.1], [6.2.2], [6.2.3].		1					
	Лабораторная работа № 4 Исследование трехуровневого инвертора.		11		2	Подготовка к лабораторным занятиям [6.2.1], [6.2.2], [6.2.3].		1					
	Раздел 4. Тиристорные инверторы напряжения.												
	Тема 4.1. Способы искусственной коммутации тиристоров.	2			2	Проработка лекционного материала. Изучение рекомендованной литературы. [6.1.1.], [6.1.2.], [6.1.3.].	Публичная презентация проекта.						
	Тема 4.2. Инверторы с межвентильной, пофазной, индивидуальной, групповой и общей коммутациями.	3			2	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)
		Лекции	Лабораторные работы практиче- ские заня- тия	Контактная ра- бота	Самостоятель- ная работа сту- дентов (час)				
УК – 1 ИУК – 1.1. УК – 3 ИУК – 3.2 ПКС – 1 ИПКС – 1.1 ПКС – 2 ИПКС – 2.1 ПКС - 5 ИПКС – 5.1 ИПКС - 5.2 ПКС – 6 ИПКС - 6.1 ИПКС - 6.2	Раздел 5. Преобразователи частоты.								
	Тема 5.1. Преобразователи со звеном постоянного тока.	1			2	Проработка лекционного материала. Изучение рекомендованной литературы. [6.1.1.], [6.1.2.], [6.1.3.].	Публичная презентация проекта.		
	Тема 5.2. Преобразователи со звеном переменного тока.	1			2	Проработка лекционного материала. Изучение рекомендованной литературы. [6.1.1.], [6.1.2.], [6.1.3.].			
	Лабораторная работа № 5 Исследование двухзвенного преобразователя частоты.		5		2	Подготовка к лабораторным занятиям [6.2.1], [6.2.2], [6.2.3].		1	
	Лабораторная работа № 6 Исследование тиристорного преобразователя частоты.		5		2	Подготовка к лабораторным занятиям [6.2.1], [6.2.2], [6.2.3].		2	

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 практиче- ские заня- тия	Самостоятель- ная работа сту- дентов (час)					
УК – 1 ИУК – 1.1. УК – 3 ИУК – 3.2 ПКС – 1 ИПКС – 1.1 ПКС – 2 ИПКС – 2.1 ПКС - 5 ИПКС – 5.1 ИПКС – 5.2 ПКС – 6 ИПКС - 6.1 ИПКС - 6.2	Раздел 6. Тиристорные пускатели переменного и постоянного тока.								
	Тема 6.1. Однофазные и трехфазные пускатели переменного тока с естественной и искусственной коммутациями.	2			2	Проработка лекционного материала. Изучение рекомендованной литературы. [6.1.1.], [6.1.2.], [6.1.3.].	Публичная презентация проекта.		
	Тема 6.2. Реверсивные пускатели.	1			2	Проработка лекционного материала. Изучение рекомендованной литературы. [6.1.1.], [6.1.2.], [6.1.3.].	Публичная презентация проекта.		
УК – 1 ИУК – 1.1. УК – 3 ИУК – 3.2 ПКС – 1 ИПКС – 1.1 ПКС – 2 ИПКС – 2.1	Раздел 7. Тиристорные установки для повышения качества электроэнергии.								
	Тема 7.1. Устройства широкодиапазонного регулирования напряжения сетевых трансформаторов.	2			2	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									
ПКС - 5 ИПКС – 5.1 ИПКС - 5.2 ПКС – 6 ИПКС - 6.1 ИПКС - 6.2	Тема 7.2. Установки коррекции коэффициента мощности.	1		4	2	Проработка лекционного материала. Изучение рекомендованной литературы. [6.1.1.], [6.1.2.], [6.1.3.].	Публичная презентация проекта.						
УК – 1 ИУК – 1.1. УК – 3 ИУК – 3.2 ПКС – 1 ИПКС – 1.1 ПКС – 2 ИПКС – 2.1 ПКС - 5 ИПКС – 5.1 ИПКС - 5.2 ПКС – 6 ИПКС - 6.1 ИПКС - 6.2	Раздел 8. Методы защиты и повышения нагрузочной способности полупроводниковых приборов.	Тема 8.1. Параллельное соединение полупроводниковых приборов.	1		2	Проработка лекционного материала. Изучение рекомендованной литературы. [6.1.1.], [6.1.2.], [6.1.3.].	Публичная презентация проекта.						
	Тема 8.2. Последовательное соединение полупроводниковых приборов.	1			2	Проработка лекционного материала. Изучение рекомендованной литературы. [6.1.1.], [6.1.2.], [6.1.3.].	Публичная презентация проекта.						
\	РГР												
	Контрольная				5								
	Курсовой проект / работа												
	ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	34	51		53								
	ИТОГО по дисциплине	34	51		53								

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/624

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≤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/624

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
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 оценивать точность и достоверность результатов экспериментов, анализировать их и сопоставлять их с данными моделирования и справочными данными.	Не уверенно оценивает точность и достоверность результатов экспериментов, затрудняется на этапе анализа и сопоставления их с данными моделирования и справочными данными.	Уверенно оценивает точность и достоверность результатов экспериментов, затрудняется проанализировать и сопоставить их с данными моделирования и справочными данными.	Уверенно оценивает точность и достоверность результатов экспериментов, уверенно анализирует и сопоставляет их с данными моделирования и справочными данными.
УК-3. Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели	ИУК-3.2. Организует и корректирует работу команды, в т.ч. на основе коллегиальных решений	Не способен определить необходимые этапы решения технической проблемы. Неспособен распределить обязанности между членами производственного коллектива.	Способен частично определить необходимые этапы решения технической проблемы. Способен частично распределить обязанности между членами производственного коллектива.	Уверенно определяет необходимые этапы решения технической проблемы и их очередь. Способен распределить членов коллектива между этими этапами.	Досконально знает необходимые этапы решения технической проблемы, определяет ресурсы, требуемые для решения, способен точно выбрать ответственное лицо для каждого из этапов с наиболее соответствующей квалификацией.

ПКС-1 Способен к техническому обслуживанию и ремонту электронных средств и электронных систем БКУ	ИПКС-1.1 Исследует энергетические установки объектов.	Не имеет представления о принципах действия энергетических установок: тиристорных контакторов, автономных инверторов тока и напряжения, преобразователей частоты и систем управления полупроводниковыми преобразователями.	Имеет слабое представление о принципах действия энергетических установок: тиристорных контакторов, автономных инверторов тока и напряжения, преобразователей частоты и систем управления полупроводниковыми преобразователями.	Имеет четкое представление о принципах действия энергетических установок: тиристорных контакторов, автономных инверторов тока и напряжения, преобразователей частоты и систем управления полупроводниковыми преобразователями.	имеет четкое представление о принципах действия энергетических установок: тиристорных контакторов, автономных инверторов тока и напряжения, преобразователей частоты и систем управления полупроводниковыми преобразователями. Знает их области применения.
ПКС-2 Способен к консультированию в сфере разработки и эксплуатации электронных средств и электронных систем БКУ	ИПКС-2.1 Разрабатывает электронно-энергетические системы	Не имеет представления о физических основах принципов работы электронно-энергетических систем на базе полупроводниковых преобразователей.	Слабо разбирается в физических основах принципов работы электронно-энергетических систем на базе полупроводниковых преобразователей.	Уверенно разбирается в физических основах принципов работы электронно-энергетических систем на базе полупроводниковых преобразователей.	Уверенно разбирается в физических основах принципов работы электронно-энергетических систем на базе полупроводниковых преобразователей. Представляет последствия адаптации силовой схемы под различные задачи.
ПКС-5 Способен к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов	ИПКС-5.1 Организует и проводит экспериментальные исследования	Не владеет средствами и методиками измерения электрических параметров энергетических объектов.	Слабо владеет средствами и методиками измерения электрических параметров энергетических объектов.	Уверенно владеет средствами измерения электрических параметров энергетических объектов. Способен выбрать подходящую методику проведения эксперимента и измерений.	Уверенно владеет средствами измерения электрических параметров энергетических объектов. Досконально знает методики проведения экспериментов, выбирает наиболее подходящее оборудование и способы его применения в соответствие с задачей.

	ИПКС-5.2. Составляет методики проведения экспериментов	Не способен определить необходимые этапы проведения эксперимента и их последовательность.	Частично способен определять необходимые этапы проведения эксперимента.	Способен определить необходимые этапы проведения эксперимента и их последовательность.	Полностью способен организовать проведение эксперимента. Детально знает обо всех предстоящих этапах, их последовательности и требованиях к их реализации.
ПКС-6 Способен делать научно-обоснованные выводы по результатам теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, готовить научные публикации и заявки на изобретения	ИПКС-6.1. Делает выводы по проведенным исследовательским работам	Не способен проанализировать полученные данные и сопоставить их с предполагаемыми результатами исследовательской работы.	Частично способен проанализировать полученные данные и сопоставить их с предполагаемыми результатами исследовательской работы.	Способен проанализировать полученные данные и сопоставить их с предполагаемыми результатами исследовательской работы.	Способен проанализировать полученные данные и сопоставить их с предполагаемыми результатами исследовательской работы, сделать обоснованные выводы и предложить прогноз для дальнейших исследований.
	ИПКС-6.2. Дает рекомендации к дальнейшим исследованиям и усовершенствованиям систем	Не способен проанализировать полученные результаты и сделать на их основании выводы о дальнейших этапах исследования.	Частично способен проанализировать полученные результаты, но не может сделать на их основании выводы о дальнейших этапах исследования.	Способен проанализировать полученные результаты и способен предположить, как на их основании будут продвигаться дальнейшие этапы исследования.	Уверенно анализирует полученные результаты и на их основании определяет дальнейшие направления исследований и усовершенствований.

Таблица 7 - Критерии оценивания

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку « отлично » 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 « хорошо » 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 « удовлетворительно » 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 « неудовлетворительно » 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 «Энергетическая электроника» 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/624

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	http://www.studentlibrary.ru/
2	Лань	https://e.lanbook.com/
3	Юрайт	https://biblio-online.ru/

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

№	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	https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts
2	Электронная база избранных статей по философии	http://www.philosophy.ru/
3	Единый архив экономических и социологических данных	http://sophist.hse.ru/data_access.shtml
4	Базы данных Национального совета по оценочной деятельности	http://www.ncva.ru
5	Справочная правовая система «КонсультантПлюс»	доступ из локальной сети
6	Информационно-справочная система «Техсперт»	доступ из локальной сети
7	Международная онлайн библиотека «IEEE Xplore Digital Library»	доступ из локальной сети
8	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	https://www.elibrary.ru/

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

№	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 11 - 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
1	Ауд. 1244 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 LGPL); - Dr.Web (Сертификат №EL69-RV63-YMBJ-N2G7 от 14.05.19)
2	Ауд. 1242 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 LGPL); - 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 «Энергетическая электроника», используются современные образовательные технологии, позволяющие повысить активность студентов 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 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 установ-

ленными 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 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.

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;
- тестирование на сайте преподавателя по различным разделам курса;
- экзамен.

11.1.1. Типовые задания для лабораторных работ

Режим доступа <https://edu.nntu.ru/>

Курс: Энергетическая электроника

(URL: https://edu.nntu.ru/subject/index/card/subject_id/624)

Методические указания для лабораторных работ №1:

URL:

https://edu.nntu.ru/resource/index/index/subjecttype/subject/subject_id/624/resource_id/35851

Методические указания для лабораторных работ №2:

URL:

https://edu.nntu.ru/resource/index/index/subjecttype/subject/subject_id/624/resource_id/35852

Индивидуальные варианты заданий для лабораторных работ:

URL:

https://edu.nntu.ru/resource/index/index/subjecttype/subject/subject_id/624/resource_id/35853

11.1.2. Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме экзамена

Вопросы к промежуточной аттестации (экзамен)

1. Тиристорный контактор переменного тока с параллельной коммутацией. Принципиальная схема, диаграммы и принцип работы.

2. Однофазный мостовой инвертор с ШИМ на высокой частоте Принципиальная схема, диаграммы и принцип работы.

3. Тиристорный ключ с искусственной конденсаторной коммутацией. Принципиальная схема, диаграммы и принцип работы.

4. Трехфазный тиристорный инвертор с групповой коммутацией. Принципиальная схема, диаграммы и принцип работы.

5. Контактор переменного тока с конденсаторной коммутацией. Принципиальная схема, диаграммы и принцип работы.

6. Тиристорный инвертор тока с отсекающими диодами. Принципиальная схема, диаграммы и принцип работы. Отличительные особенности.
7. Трехфазный автономный тиристорный инвертора тока. Принципиальная схема, диаграммы и принцип работы.
8. Гибридный тиристорный контактор переменного тока. Принципиальная схема, особенности работы.
9. Тиристорный преобразователь постоянного напряжения в постоянное с коммутирующим LC-контуром. Принципиальная схема, диаграммы и принцип работы.
10. Трёхфазный автономный инвертор напряжения с общей коммутацией. Принципиальная схема, диаграммы, принцип и особенности работы.
11. Трехфазный автономный инвертор напряжения с индивидуальной коммутацией. Принципиальная схема, диаграммы и принцип работы.
12. Тиристорный контактор с конденсаторной коммутацией и дополнительным контуром перезаряда. Принципиальная схема, диаграммы, принцип и особенности работы.
13. Структура преобразователей частоты со звеном постоянного тока. Особенности построения преобразователей. Диапазоны изменения параметров
14. электроэнергии.
15. Однофазный параллельный инвертор тока. Принципиальная схема, диаграммы и принцип работы.
16. Последовательный резонансный тиристорный инвертор. Принципиальная схема, диаграммы и принцип работы.
17. Тиристорный контактор переменного тока на базе одного силового тиристора. Принципиальная схема, диаграммы и принцип работы.
18. Трехфазный тиристорный автономный инвертор напряжения с межвентильной коммутацией. Принципиальная схема, диаграммы и принцип работы.
19. Формирование трехфазных инверторов на базе мостовых однофазных. Принципиальная и структурные схемы. Особенности построения.
20. Трехфазный транзисторный мостовой инвертор напряжения с ШИМ на основной частоте. Принципиальная схема, диаграммы и принцип работы.
21. Контактор переменного тока с конденсаторной коммутацией.
22. Трехфазный автономный тиристорный инвертор напряжения с пофазной одноступенчатой коммутацией. Принципиальная схема, диаграммы и принцип работы.
23. Структура преобразователей частоты с промежуточным звеном переменного тока. Преимущества и особенности функционирования.
24. Параллельный резонансный инвертор. Принципиальная схема, диаграммы и принцип работы.
25. Тиристорный контактор с коммутирующим LC-контуром. Принципиальная схема, диаграммы и принцип работы. Преимущества.

Оценивание может быть проведено в электронном виде на базе курса «Энергетическая электроника» с помощью современных информационных технологий: чат, электронная почта, Skype, ZOOM, Viber, Discord, а также СДО E-Learning 4G:
URL: https://edu.nntu.ru/subject/index/card/subject_id/624