

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.

ФИО

подпись

“ 30 ” 06

2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ФТД.1 Методы математического моделирования преобразователей
электрической энергии
(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)
для подготовки бакалавров/специалистов/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 108/3
часов/з.е

Промежуточная аттестация зачет
экзамен, зачет с оценкой, зачет

Разработчик (и): Гребенщиков В.И., к.т.н

Нижний Новгород 2021

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-3

Начальник МО _____

СОДЕРЖАНИЕ

ОГЛАВЛЕНИЕ.....	3
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).....	4
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	7
4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам	7
4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам	8
5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.	11
5.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности.....	11
5.2. Описание показателей и критерии успеваемости, описание шкал оценивания .	11
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	14
6.1. Учебная литература	14
6.2. Справочно-библиографическая литература.....	14
6.3. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям	15
7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	15
7.1. Перечень информационных справочных систем	15
7.2. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства необходимого для освоения дисциплины.....	16
8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ	17
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	17
10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ...18	
10.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии	18
10.2. Методические указания для занятий лекционного типа.....	19
10.3. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся	19
11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	20
11.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости	20
11.1.1. Типовые вопросы (задания) для устного (письменного) опроса	20
11.1.2. Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме зачета	20

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1. Целью освоения дисциплины является изучение современных математических методов и принципов разработки математических моделей преобразовательных устройств промышленной электроники и наноэлектроники.

1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля):

- изучение основных способов построения математических моделей преобразователей электрической энергии;
- формирование навыков работы со специализированными программами для обобщения экспериментальных данных.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

2.1. Учебная дисциплина (модуль) «Методы математического моделирования преобразователей электрической энергии» включена в перечень дисциплин факультативной части, определяющий направленность ОП. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах программы бакалавриата «Математическое моделирование систем», «Математика», «Теоретические основы электротехники», «Численные методы анализа», «Информационные технологии».

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при изучении дисциплин «Научно-исследовательская работа» и «Подготовка и защита ВКР».

Рабочая программа дисциплины «Методы математического моделирования преобразователей 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
Энергетическая электроника, ПКС-1		X		
Электронные промышленные устройства, ПКС-1		X	X	
Компьютерные технологии в научных исследованиях, ПКС-1	X			
Философские вопросы технических наук, ПКС-1		X		
Преобразователи электрической энергии, ПКС-1	X			
Применение силовых полевых транзисторов в импульсных преобразователях энергии, ПКС-1		X		
Промышленные микропроцессорные контроллеры, ПКС-1			X	
Проектирование и технология электронной компонентной базы, ПКС-1			X	

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры, формирования дисциплины Компетенции берутся из Учебного плана по направлению подготовки бакалавра /специалиста/магистра»			
	1	2	3	4
<i>Трансформаторно-тиристорные регуляторы переменного тока, ПКС-1</i>			X	
<i>Источники питания системных блоков вычислительной техники, ПКС-1</i>			X	
<i>Математические методы обработки экспериментальных данных, ПКС-1</i>	X			
<i>Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы), ПКС-1</i>		X		
<i>Технологическая (проектно-конструкторская) практик, ПКС-1а</i>		X		
<i>Научно-исследовательская работа, ПКС-1</i>	X	X	X	
<i>Научно-исследовательская работа, ПКС-1</i>				X
<i>Преддипломная практика, ПКС-1</i>				X
<i>Подготовка и защита ВКР, ПКС-1</i>				X
<i>Методологические основы научного познания, УК-1</i>	X			
<i>Энергетическая электроника, УК-1</i>		X		
<i>Электронные промышленные устройства, УК-1</i>		X	X	
<i>Компьютерные технологии в научных исследованиях, УК-1</i>	X			
<i>Философские вопросы технических наук, УК-1</i>			X	
<i>Преобразователи электрической энергии, УК-1</i>	X			
<i>Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы), УК-1</i>		X		
<i>Технологическая (проектно-конструкторская) практика</i>			X	
<i>Научно-исследовательская работа, УК-1</i>	X	X	X	
<i>Научно-исследовательская работа, УК-1</i>				X
<i>Преддипломная практика, УК-1</i>				X
<i>Подготовка и защита ВКР, УК-1</i>				X

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

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

Код и наимено-вание компетенции	Код и наимено-вание индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
					Текущего контроля	Промежуточной аттестации
ПКС-1 Способен к исследованию электронных средств и электронных систем БКУ	ИПКС-1.3 Обрабатывает и обобщает данные, полученные в ходе исследования	Знать: - основные способы обработки данных касательно математических моделей.	Уметь: - обобщать полученные данные в ходе экспериментов.	Владеть: - навыками работы со специализированными программами для обобщения экспериментальных данных.	Письменный опрос	Вопросы для устного собеседования
УК – 1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий.		Знать: - современные основные способы построения математических моделей преобразователей электрической энергии.	Уметь: - создавать математические модели разной степени детализации объектов и процессов.	Владеть: - прикладными компьютерными программами для создания математических моделей.	Письменный опрос	Вопросы для устного собеседования

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

Квалификационные требования к ТФ:

Трудовые действия:

- осуществление теоретических и экспериментальных исследований в целях изыскания принципов и путей создания новых электронных средств и электронных систем БКУ

Трудовые умения:

- анализировать и систематизировать результаты исследований

Трудовые знания:

- электроника и электротехника

- цифровая и аналоговая электроника

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач.ед. 108 часа, распределение часов по видам работ семестрам представлено в таблице 3.

Таблица 3 **Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам**

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час	
	Всего час.	В т.ч. по семестрам № 2
Формат изучения дисциплины		с использованием элементов электронного обучения
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	108	108
1. Контактная работа:	55	55
1.1. Аудиторная работа, в том числе:	51	51
занятия лекционного типа (Л)	34	34
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. Занятия и др)	17	17
лабораторные работы (ЛР)		
1.2. Внеаудиторная, в том числе	4	4
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)		
текущий контроль, консультации по дисциплине	4	4
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)		
2. Самостоятельная работа (СРС)	53	53
реферат/эссе (подготовка)		
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)		
контрольная работа		
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.)	53	53

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4 - Содержание дисциплины, структурированное по темам

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				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 (СРС), час								
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час									
2 семестр													
ПКС-1 УК-1	Тема 1 (Моделирование в пакете MATLAB/SIMULINK)	1			2	подготовка к лекциям [6.1.1.]	Публичная презентация проекта						
	Тема 2 (Силовые полупроводниковые преобразователи с коммутацией от сети)												
	Тема 2.1 (Однофазные управляемые выпрямители)	3			3	подготовка к лекциям [6.1.1.]	Публичная презентация проекта						
	Тема 2.2 (Трехфазные управляемые выпрямители)	3			3	подготовка к лекциям [6.1.1.]	Публичная презентация проекта						
	Тема 2.3 (Ведомые сетью инверторы)	3			3	подготовка к лекциям [6.1.1.]	Публичная презентация проекта						
	Тема 2.4 (Непосредственные преобразователи частоты)	3			3	подготовка к лекциям [6.1.1.]	Публичная презентация проекта						
	Тема 3 (Преобразователи постоянного напряжения)												
	Тема 3.1 (Одно плечевой ШИП с симметричным законом управления)	3			3	подготовка к лекциям [6.1.1.]	Публичная презентация проекта						
	Тема 3.2 (Мостовой ШИП)	3			3	подготовка к лекциям [6.1.1.]	Публичная презентация проекта						
	Тема 3.3 (Импульсные источники питания постоянного тока)	3			3	подготовка к лекциям [6.1.1.]	Публичная презентация проекта						
	Тема 4 (Автономные инверторы)												
	Тема 4.1 (Однофазные автономные	3			3	подготовка к лекциям	Публичная презентация						

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы			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 (СРС), час								
		Лекции, час	Лабораторные работы, час									
	инверторы)				[6.1.1.]	ция проекта						
	Тема 4.2 (Трехфазные автономные инверторы)	3		3	подготовка к лекциям [6.1.1.]	Публичная презентация проекта						
	Тема 4.3 (Трехфазные тиристорные автономные инверторы)	3		3	подготовка к лекциям [6.1.1.]	Публичная презентация проекта						
	Тема 4.4 (Многоуровневые инверторы)	3		3	подготовка к лекциям [6.1.1.]	Публичная презентация проекта						
	Практические занятия (Основы моделирования в пакете MATLAB/SIMULINK)			2	3	подготовка к практическим занятиям [6.1.1.]						
	Практические занятия (Исследование однофазного мостового инвертора с симметричным управлением)			3	3	подготовка к практическим занятиям [6.1.1.]						
	Практические занятия (Исследование трехуровневого инвертора)			3	3	подготовка к практическим занятиям [6.1.1.]						
	Практические занятия (Исследование зависимого инвертора)			3	3	подготовка к практическим занятиям [6.1.1.]						
	Практические занятия (Исследование мостового широтно-импульсного преобразователя с симметричным законом управления)			3	3	подготовка к практическим занятиям [6.1.1.]						
	Практические занятия (Исследование мостового широтно-импульсного преобразователя с несимметричным законом управления)			3	3	подготовка к практическим занятиям [6.1.1.]						

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				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 (СРС), час								
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час									
	Самостоятельная работа по 2 семестру:												
	реферат, эссе (тема)												
	расчётно-графическая работа (РГР)												
	контрольная работа												
	Итого по 2 семестру	34		17	53								
	ИТОГО по дисциплине	34		17	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. Вопросы для подготовки к контрольным мероприятиям (текущий контроль) находятся п.11.1.1. Тесты для текущего контроля знаний обучающихся сформированы в системе E-learning и находятся в свободном доступе:

https://edu.nntu.ru/resource/list/index/subject_id/1772

5.1.2. Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (экзамен), приведены в п.11.1.2.

5.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

При промежуточном контроле успеваемость студентов оценивается по четырехбалльной системе «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно», либо «зачет», «незачет».

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	

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» 0-40% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 41-60% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 61-80% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 81-100% от max рейтинговой оценки контроля
ПКС-1 Способен к исследованию электронных средств и электронных систем БКУ.	ИПКС-1.3 Обрабатывает и обобщает данные, полученные в ходе исследования.	Изложение учебного материала бессистемное, неполное. Не знает основные способы обработки данных касательно математических моделей. Не способен обобщать полученные данные в ходе экспериментов. Не владеет навыками работы со специализированными программами для обобщения экспериментальных данных.	Фрагментарные, поверхностные знания по дисциплине. Не твердо знает основные способы обработки данных касательно математических моделей. Не всегда способен обобщать полученные данные в ходе экспериментов. Слабо владеет навыками работы со специализированными программами для обобщения экспериментальных данных.	Знает материал на достаточно хорошем уровне. Знает основные способы обработки данных касательно математических моделей. Способен обобщать полученные данные в ходе экспериментов. Владеет навыками работы со специализированными программами для обобщения экспериментальных данных.	Имеет глубокие знания всего материала структуры дисциплины. Свободно ориентируется в основных способах обработки данных касательно математических моделей. Способен уверенно обобщать полученные данные в ходе экспериментов. Свободно владеет навыками работы со специализированными программами для обобщения экспериментальных данных.
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.	Изложение учебного материала бессистемное, неполное. Не знает основные способы построения математических моделей преобразователей электрической энергии. Не умеет создавать математические модели разной степени детализации объектов и процессов. Не владеет прикладными компьютерными программами для создания математических моделей.	Фрагментарные, поверхностные знания по дисциплине. Не твердо знает основные способы построения математических моделей преобразователей электрической энергии. Не всегда может создавать математические модели разной степени детализации объектов и процессов.	Знает материал на достаточно хорошем уровне. Знает основные способы построения математических моделей преобразователей электрической энергии. Умеет создавать математические модели разной степени детализации объектов и процессов. Владеет	Имеет глубокие знания всего материала структуры дисциплины. Хорошо знает основные способы построения математических моделей преобразователей электрической энергии. Уверенно умеет создавать математические модели разной степени детализации объектов и процессов. Свободно владеет

			<p>процессов. Слабо владеет прикладными компьютерными программами для создания математических моделей.</p>	<p>прикладными компьютерными программами для создания математических моделей.</p>	<p>прикладными компьютерными программами для создания математических моделей.</p>
--	--	--	--	---	---

Таблица 7. Критерии оценивания

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	Свободно и уверенно оперирует предоставленной информацией, отлично владеет навыками анализа и синтеза устройств, знает все основные методы решения проблем, предусмотренные учебной программой, знает типичные ошибки и возможные сложности при решении той или иной проблемы и способен выбрать и эффективно применить адекватный метод решения конкретной проблемы. Способен легко ориентироваться при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятые решения, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения заданий.
Средний уровень «4» (хорошо)	Способен логично мыслить, системно излагает материал, не допускает существенных неточностей. Способен эффективно применять теоретические положения при выполнении лабораторных работ, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения. Допускает единичные ошибки в решении проблем.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	Способен применить знания только основного материала, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки. Допускает нарушения логической последовательности в изложении программного материала. Имеются затруднения с выводами.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	Не способен излагать материал последовательно, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями. Не способен продолжить обучение без дополнительных занятий..

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература, печатные издания библиотечного фонда

6.1.1. Моделирование преобразователей параметров электрической энергии : учеб. пособие/ А.А. Кралин [и др]; Нижегород. гос. техн. ун-т им Р.Е.Алексеева, - Нижний Новгород, 2020. - 147 с.

6.1.2. Моделирование систем : Учебник / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев. - 6-е изд.,стерео. - М. : Высш.шк., 2009. - 343 с. : ил. - Библиогр.:с.340-341. - ISBN 978-5-06-006173-4.

6.1.3. Моделирование систем. Практикум : Учеб.пособие / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев. - 4-е изд.,стерео. - М. : Высш.шк., 2009. - 295 с. : ил. - Библиогр.:с.292. - Прил.:с.278-291. - ISBN 978-5-06-006133-8.

6.1.4. Моделирование систем : Учебник / С. И. Дворецкий [и др]. - М. : Академия, 2009. - 317 с. - (Высшее профессиональное образование). - Библиогр.:с.313-314. - ISBN 978-5-7695-4737-9..

6.1.5. MATLAB и SIMULINK для радиоинженеров / В. П. Дьяконов. - М. : ДМК, 2011. - 976 с. : ил. - Библиогр.:с.970-975. - ISBN 978-5-94074-492-4.

6.2. Справочно-библиографическая литература.

6.2.1. Моделирование в MATLAB/Simulink и SCILAB/Scicos: Учеб.пособие / Д. М. Фомин, Т. Е. Жилина ; НГТУ им.Р.Е.Алексеева, Арзамас.политехн.ин-т(фил.); Под ред.П.В.Пакшина. - 2-е изд.,испр. - Н.Новгород : [Б.и.], 2012. - 280 с. : ил. - Библиогр.:с.280. - ISBN 978-5-502-00097-0.

- 6.2.2. Статистический анализ данных, моделирование и исследование вероятностных закономерностей. Компьютерный подход / Б. Ю. Лемешко [и др.]. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2011. - 888 с. : ил. - (Монографии НГТУ). - Библиогр.:с.600-624. - Доп.тит.л.на англ.яз.-Прил.:с.625-838. - ISBN 978-5-7782-1590-0..
- 6.2.3. Моделирование информационных и динамических систем : Учеб.пособие / В. К. Морозов, Г. Н. Рогачев. - М. : Изд.центр "Академия", 2011. - 378 с. : ил. - (Высшее профессиональное образование). - Библиогр.:с.368-370. - ISBN 978-5-7695-4221-3.
- 6.2.4. Моделирование системы массового обслуживания : Метод.указания к лаб.работе по дисц."Моделирование систем" для студ.спец.210200 "Автоматизация и информ.системы" всех форм обучения / НГТУ им.Р.Е.Алексеева, Дзерж.политехн.ин-т (фил.), Каф."Автоматизация и информ.системы"; Сост.:С.А.Добротин, В.К.Карев. - Н.Новгород : [Б.и.], 2011. - 16 с. : ил. - Библиогр.:с.16.
- 6.2.5. Дьяконов В. Simulink 4. Специальный справочник. – СПб: Питер, 2002. – 528 с.
- 6.2.6. Электротехнические расчеты в системе компьютерной математики MATLAB SIMULINK: учеб. пособие/ Б.Ю. Алтунин, И.В. Блинов, А.А. Кралин, Н.Г. Панкова; НГТУ, - Н.Новгород, 2005. - 102 с.
- 6.2.7. Герман-Галкин С.Г. Силовая электроника. Лабораторные работы на ПК. – СПб.: КОРОНА прнт, 2009 – 304 с.

6.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

6.3.1. Опорный конспект лекций: https://edu.nntu.ru/resource/list/index/subject_id/1772

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 ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

- 7.1.1. Научная электронная библиотека E-LIBRARY.ru. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp> Электронный каталог книг <http://library.nntu.nnov.ru/>
- 7.1.2. Электронная библиотечная система Поволжского государственного университета сервиса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elib.tolgas.ru/>. - Загл. с экрана.
- 7.1.3. Электронно-библиотечная система Znanium.com [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://znanium.com/>. – Загл. с экрана.
- 7.1.4. Открытое образование [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://openedu.ru/>. - Загл с экрана.
- 7.1.5. Базы данных Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ РАН) по естественным, точным и техническим наукам Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.viniti.ru>. – Загл. с экрана.
- 7.1.6. Университетская информационная система Россия [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://uisrussia.msu.ru/>. – Загл. с экрана.

7.2. Перечень программного обеспечения и 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/

В таблице 9 указан перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

Таблица 9 - Перечень программного обеспечения

Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе	Программное обеспечение свободного распространения
1	2
Microsoft Windows XP, Prof, S/P3 (подписка DreamSpark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14)	Open Office 4.1.1 (лицензия Apache License 2.0)
Microsoft Windows 7 (подписка MSDN 4689, подписка DreamSparkPremium, договор № Tr113003 от 25.09.14)	Adobe Acrobat Reader (FreeWare)
Visual Studio 2008 (подписка DreamSpark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14)	
Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655)	
Microsoft Office (лицензия № 43178972)	
Adobe Design Premium CS 5.5.5 (лицензия № 65112135)	
Dr.Web (договор № 31704840788 от 20.03.17)	

Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

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

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

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

№	Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы	Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)
1	2	3
1	База данных стандартов и регламентов РОССТАНДАРТ	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

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

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

Таблица 11 - Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

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

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

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

В таблице 12 перечислены:

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

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

№	Наименование аудиторий и помещений для проведения учебных занятий и самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	Ауд. 1245 Аудитория для лекционного цикла и лабораторных занятий		
2	Ауд. 8110 Класс для самостоятельной работы	<ul style="list-style-type: none"> • Проектор Accer – 1шт; • ПК на базе IntelCoreDuo 2.93 ГГц, 2 Гб ОЗУ, 320 Гб HDD, монитор Samsung 19` – 8 шт.. ПК подключены к сети «Интернет» и обеспечивают до- 	<ul style="list-style-type: none"> • Microsoft Windows 7 (подписка DreamSpark Premium, договор № Tr113003 от 25.09.14); • Microsoft Office (лицензия № 43178972); • Adobe Acrobat Reader (FreeWare); • 7-zip для Windows (свободнораспро-

№	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
		ступ в электронную информационно-образовательную среду университета	страняемое 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 может быть аудиторной, внеаудиторной, а также проводиться в электронной информационно-образовательной среде университета (далее - ЭИОС). В случае проведения части контактной работы по дисциплине в ЭИОС (в соответствии с расписанием учебных занятий), трудоемкость контактной работы в ЭИОС эквивалентна аудиторной работе.

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий (выбирается из приложения к РПД):

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

При преподавании дисциплины «Методы математического моделирования преобразователей электрической энергии», 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 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 и практических 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 подробно разбираются на практических занятиях и лекциях.

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 зачета 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 лабораторным работам и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

В ходе лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала.

10.3. 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 12). 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

1. проведение практических работ;
2. Типовые вопросы для письменного опроса;
3. Зачет.

11.1.1. Типовые вопросы (задания) для устного (письменного) опроса

- 1) Моделирование как основа эксперимента. Планирование эксперимента.
- 2) Достоверность результатов моделирования. Пути снижения неопределенности входной информации.
- 3) Моделирование компонентов преобразователей в среде MATLAB SIMULINK.
- 4) Моделирование силовых полупроводниковых преобразователей с коммутацией от сети.
- 5) Моделирование преобразователей постоянного напряжения.
- 6) Моделирование автономных инверторов.

11.1.2. Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме зачета

Вопросы к промежуточной аттестации (зачет):

- 1) Однофазные управляемые выпрямители.
- 2) Коммутация тока и внешние характеристики однофазных управляемых выпрямителей.
- 3) Трехфазные управляемые выпрямители.
- 4) Энергетические характеристики управляемых выпрямителей.
- 5) Высшие гармонические первичного тока управляемых выпрямителей.
- 6) Ведомые сетью инверторы.
- 7) Высшие гармонические первичного тока ведомых сетью инверторов.
- 8) Непосредственные преобразователи частоты.
- 9) Одноплечевой ШИМ с симметричным законом управления.
- 10) Мостовой широтно-импульсный преобразователь.
- 11) Энергетические характеристики широтно-импульсных преобразователей.
- 12) Импульсные источники питания постоянного тока.
- 13) Энергетические характеристики импульсных источников питания.
- 14) Однофазные автономные инверторы.
- 15) Гармонический состав выходного напряжения однофазного инвертора.
- 16) Трехфазные автономные инверторы.
- 17) Гармонический состав выходного напряжения трехфазного инвертора.
- 18) Трехфазные тиристорные автономные инверторы.
- 19) Многоуровневые инверторы.
- 20) Выпрямительный режим работы автономных инверторов.

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института ИНЭЛ

“ ____ ” 201__ г.

Лист актуализации рабочей программы дисциплины

«_____»

индекс по учебному плану, наименование

для подготовки бакалавров/ специалистов/ магистров

Направление: 11.04.04 Электроника и наноэлектроника _

Направленность: Промышленная электроника и микропроцессорная техника

Форма обучения __ очная _____

Год начала подготовки: _____

Курс _1__

Семестр 2__

а) В рабочую программу не вносятся изменения. Программа актуализирована для 2019 г. начала подготовки.

б) В рабочую программу вносятся следующие изменения (указать на какой год начала подготовки):

1);

2);

3)

Разработчик (и): _____
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

«__» 2021_г.

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры ТОЭ

_____ протокол № _____ от «__» 2021_г.

Заведующий кафедрой _____

Лист актуализации принят на хранение:

Заведующий выпускающей кафедрой ТОЭ _____ «__» 2021_г.

Методический отдел УМУ: _____ «__» 2021_г.