

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

“03” апреля 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ФТД.1 Теория современного автоматизированного электропривода
(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)
для подготовки магистров

Направление подготовки: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность: Электромеханические системы автономных объектов

Форма обучения: очная

Год начала подготовки 2022

Выпускающая кафедра ЭПА

Кафедра-разработчик ЭПА

Объем дисциплины 72/2
часов/з.е.

Промежуточная аттестация зачёт

Разработчик: Хватов О.С., д.т.н., профессор

Нижний Новгород, 2022 г.

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ 28 февраля 2018 года №147 на основании учебного плана принятого УМС НГТУ
протокол от 03 декабря 2020 г. №4

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры протокол от «28» февраля 2022 г № 1
Зав. кафедрой д.т.н., доцент Дарьенков А.Б. _____
(подпись)

Программа рекомендована к утверждению ученым советом института ИНЭЛ,
протокол от «24» марта 2022 г. № 1

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ _____ №13.04.02-ф-2
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	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	12
5.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности.....	12
ИПКС-1.3. СПОСОБЕН ИНТЕРПРЕТИРОВАТЬ РЕЗУЛЬТАТЫ И ПРЕДСТАВЛЯТЬ ОТЧЕТ, ОБЗОР И ПУБЛИКАЦИИ О РЕЗУЛЬТАТАХ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ОПЫТНО-КОНСТРУКТОРСКИХ РАБОТ	13
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	14
6.1. Учебная литература.....	14
6.2. Справочно-библиографическая литература.....	14
6.3. Перечень журналов по профилю дисциплины:.....	15
6.4. 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.....	15
8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ	16
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
11.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости.....	19
11.1.2. Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме зачета с оценкой.....	22

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цель освоения дисциплины:

Целью освоения дисциплины является изучение современных систем регулируемого электропривода постоянного и переменного тока с полупроводниковыми силовыми регуляторами

1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля):

- Моделирование и расчет систем электропривода постоянного и переменного тока;
- Разработка следящих электроприводов постоянного и переменного тока;
- Разработка математических моделей элементов силовой структуры электропривода (машина, преобразователь, датчики, коммутационная аппаратура).

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Факультатив «Теория современного автоматизированного электропривода» включена в перечень факультативов (формируемой участниками образовательных отношений), определяющий направленность ОП ФТД.1. Факультатив реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП.

Факультатив базируется на следующих дисциплинах в объеме программы магистратуры. Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется факультатив «Теория современного автоматизированного электропривода» являются «Преобразовательная техника», и «Системы управления электроприводов».

Рабочая программа факультатива «Теория современного автоматизированного электропривода» 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
Теория современного автоматизированного электропривода				
Преобразовательная техника ПКС 1, 3, 4	X			
Методология научно-исследовательских разработок ПКС 1, 2	X	X	X	
Компьютерное моделирование технических систем ПКС 1,3,4			X	
Специальные главы теории управления ПКС 1			X	
Современные системы регулирования ПКС 1			X	
Альтернативные источники электрической энергии ПКС 1		X		
Практика по получению первичных навыков научно-исследовательской работы ПКС 1		X		
Научно-исследовательская работа ПКС 1	X	X	X	
Преддипломная практика ПКС 1				X
Подготовка к процедуре защиты и защита ВКР ПКС 1				X

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

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

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
					Текущего контроля	Промежуточной аттестации
ПКС-1. Способен планировать и ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы, проводить исследования, интерпретировать и представлять результаты научных исследований	ИПКС-1.1. Способен формулировать тему исследования, проблему и гипотезу исследования, выбирать методы и составлять программу исследования ИПКС-1.3. Способен интерпретировать результаты и представлять отчет, обзор и публикации о результатах научных исследований и опытно-конструкторских работ	Знать: - методы теории планирования эксперимента (ИПКС-1.1); - основные методы проведения исследования (ИПКС-1.1); - методы экспертной оценки проектно-конструкторских и технологических решений (ИПКС-1.3); - методы создания моделей элементов и систем автоматизированного электропривода (ИПКС-1.1).	Уметь: - составлять план проведения исследований (ИПКС-1.1); - разрабатывать методику проведения исследования (ИПКС-1.1); - использовать современные подходы экспертизы проектно-конструкторских и технологических решений (ИПКС-1.3); - разрабатывать имитационные модели объектов профессиональной деятельности (ИПКС-1.1).	Владеть: - навыками анализа и представления результатов работы (ИПКС-1.3); - навыками разработки программы исследования (ИПКС-1.1); - навыками разработки математических и имитационных моделей элементов и систем автоматизированного электропривода (ИПКС-1.1).	Вопросы для письменного опроса. (20 вопросов)	Вопросы для устного собеседования. (39 вопросов)

Трудовая функция: D/04.7 Определение сферы применения результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ.

Квалификационные требования к ТФ:

Трудовые действия:

- анализ возможных областей применения результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ;

Трудовые знания:

- отечественная и международная нормативная база в соответствующей области знаний;

- методы разработки информационных, объектных, документных моделей производственных организаций.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зач. ед. 72 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
		№ сем 2
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения	
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	72	72
1. Контактная работа:	38	38
1.1. Аудиторная работа, в том числе:	34	34
занятия лекционного типа (Л)	17	17
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)	34	34
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.)	34	34
Подготовка к зачету с оценкой (контроль)		

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									
ПКС- 1 ИПКС-1.1,1.3	Раздел 1. Перспективные системы регулируемых электроприводов постоянного тока.								
	Тема 1.1. Низковольтный и высоковольтный электропривод. Особенности свойств низковольтных и высоковольтных электроприводов постоянного тока на базе не полностью- и полностью управляемых полупроводниковых элементов.	3			3	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.6.]	Публичная презентация проекта.		
	Тема 1.2 Вентильные преобразователи для электропривода. Влияние типа вентильного преобразователя на использование элементов электрооборудования электропривода.			3	3	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.6.]	Публичная презентация проекта.		
	Раздел 2. Перспективные системы регулируемых электроприводов с асинхронными двигателями с короткозамкнутым ротором.								
Тема 2.1 Частотно-регулируемый электропривод. Принципы частотного регулирования скорости электродвигателей переменного тока. Основные законы регулирования.	2		2	3	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.3.] [6.1.6.] [6.2.4.]	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					
	Тема 2.2. Принципы построения преобразователей частоты. Варианты построения частотных преобразователей для электропривода. Особенности работы низковольтного и высоковольтного варианта частотного электропривода.	2		2	3	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.3.] [6.1.6.] [6.2.4.]	Публичная презентация проекта.		
	Тема 2.3 Системы управления частотным электроприводом. Области целесообразного применения скалярного и векторного управления.			2	3	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.3.] [6.1.6.] [6.2.4.]	Публичная презентация проекта.		
	Раздел 3. Перспективные системы регулируемых электроприводов с асинхронными двигателями с фазным ротором								
	Тема 3.1. Электропривод на основе каскадных схем. Машино-вентильные каскады. Электропривод по схеме асинхронно-вентильного каскада.	2			3	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.] [6.1.6.]	Публичная презентация проекта.		
	Тема 3.2. Электропривод на базе машины двойного питания. Механические характеристики привода с машиной двойного питания. Энергетические характеристики машины двойного питания.	2		2	3	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.] [6.1.6.]	Публичная презентация проекта.		
	Раздел 4. Системы регулирования координат электроприводов на базе вентильно-индукторных двигателей.								
	Тема 4.1. Электропривод с вентильным электродвигателем. Вентильные электродвигатели с	2		2	4	подготовка к лекциям [6.1.1.]	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					
	электромагнитным возбуждением. Вентильные электродвигатели с постоянными магнитами.					[6.1.3.] [6.1.7.] [6.1.8.]			
	Тема 4.2. Вентильно-индукторные электропривод. Применение вентильно-индукторных двигателей для электроприводов насосов и вентиляторов. Транспортный электропривод с вентильно-индукторными электродвигателями.	2		2	3	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.3.] [6.1.7.] [6.1.8.]	Публичная презентация проекта.		
	Раздел 5. Энергетика и надёжность электропривода. Влияние вентильного электропривода на питающую сеть.								
	Тема 5.1. Энергетические характеристики электропривода. Энергетические показатели вентильного электропривода. Характеристики надежности электропривода.	2			3	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.3.] [6.2.3.]	Публичная презентация проекта.		
	Тема 5.2. Влияние электропривода на питающую сеть. Гармонический состав напряжения и тока вентильного электропривода. Способы улучшения коэффициента мощности вентильного электропривода.			2	3	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.3.] [6.2.3.]	Публичная презентация проекта.		
	РГР								
	Контрольная								
	Курсовой проект / работа								

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					
	ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	17	0	17	34				
	ИТОГО по дисциплине	17	0	17	34				

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 тесты по темам лекционных занятий и выполняются в письменном виде (типовые тестовые задания приведены в разделе 11)

Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Таблица 5. При текущем контроле (контрольные недели)

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

5.1.2. При промежуточном контроле успеваемость студентов оценивается по четырех-балльной системе «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно», либо «зачет», «незачет». Вопросы для устного собеседования при промежуточном контроле выдаются студенту непосредственно на зачете с оценкой (типовые вопросы приведены в разделе 11)

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

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
ПКС-1. Способен планировать и ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы, проводить исследования, интерпретировать и представлять результаты научных исследований	ИПКС-1.1. Способен формулировать тему исследования, проблему и гипотезу исследования, выбирать методы и составлять программу исследования ИПКС-1.3. Способен интерпретировать результаты и представлять отчет, обзор и публикации о результатах научных исследований и опытно-конструкторских работ	Изложение учебного материала бессистемное, неполное. Непонимание методик электрических измерений, типовых решениях автоматизированного электропривода и их использования в рамках поставленных целей и задач, что препятствует усвоению последующего материала.	Фрагментарные, поверхностные знания методик электрических измерений, типовых решениях автоматизированного электропривода. Изложение полученных знаний неполное, однако это не препятствует усвоению последующего материала. Допускаются отдельные существенные ошибки, исправленные с помощью преподавателя. Затруднения при формулировании результатов и их решений.	Знает материал на достаточно хорошем уровне; представляет основные задачи в рамках постановки целей и выбора оптимальных способов их достижения.	Имеет глубокие знания всего материала структуры дисциплины; освоил новации лекционного курса по сравнению с учебной литературой; изложение полученных знаний полное, системное; допускаются единичные ошибки, самостоятельно исправляемые при собеседовании

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 **Хватов О.С.** Курс лекций «Теория современного автоматизированного электропривода». Режим доступа <https://edu.ntnu.ru/> Курс: [Теория современного автоматизированного электропривода.](https://edu.ntnu.ru/resource/index/index/lesson_id/33462/subject_id/1339/resource_id/19771)
- 6.1.2 **Никитенко Г. В.** Электропривод производственных механизмов : Учеб.пособие / Г. В. Никитенко. - 2-е изд., испр. и доп. - СПб.; М.; Краснодар : Лань, 2013.
- 6.1.3 **Онищенко Г.Б.** Теория электропривода: Учебник/ Г.Б. Онищенко – М.:ООО “Образование и исследование“, 2013
- 6.1.4 **Коломиец А. П.** Электропривод и электрооборудование : Учебник / - М. : КолосС, 2008. - 328 с
- 6.1.5 **Розанов Ю.К.** Силовая электроника: Учебник/ Ю. К. Розанов, М. В. Рябчицкий, А. А. Кваснюк– М.: Изд. дом МЭИ, 2007
- 6.1.6 **Зиновьев Г. С.** Основы силовой электроники: Учебник/ Г.С.Зиновьев – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2003
- 6.1.7 **Крюков О. В., Степанов С. Е., Семенов Д. А.** Электроприводы газоперекачивающих агрегатов: Учеб.пособие / ; ОАО "Гипрогазцентр", НГИЭИ. - Княгинино : НГИЭИ, 2014.
- 6.1.8 **Овсянников Е. М.** Электропривод: Учебник/ Е.М. Овсянников – М.: Форум, 2011

6.2. Справочно-библиографическая литература.

— учебники и учебные пособия

- 6.2.1. **Иванов А. А.** Автоматизация технологических процессов и производств: Учеб. пособие/А. А. Иванов.- М.: Форум, 2011 – 223 с.
- 6.2.2. **Ахмаметьев М. А.** Автоматизация измерений, испытаний и контроля: Учеб. пособие/ М.А. Ахмаметьев – Новосибирск: Сибстрин, 2013. – 165 с.

6.2.3. **Байков А. И.** Моделирование элементов и систем автоматизированного электропривода: Учеб. пособие/ А.И.Байков; НГТУ им. Р.Е.Алексеева – Н.Новгород, 2015. – 185 с.

6.2.4. **Крылов Ю. А.** Энергосбережение и автоматизация производства в теплоэнергетическом хозяйстве города. Частотно-регулируемый электропривод: Учеб. пособие/ Ю.А.Крылов, А.С. Карандаев, В.Н. Медведев - СПб.; М.; Краснодар : Лань, 2013. – 176 с.

6.3. Перечень журналов по профилю дисциплины:

6.3.1. *Научно-технический и научно-производственный журнал* [Электромеханика](#)

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

6.4. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

— Методические рекомендации по организации аудиторной работы. Приняты Учебно-методическим советом НГТУ им. Р.Е. Алексеева, протокол № 2 от 22 апреля 2013 г. Электронный адрес:

http://www.nntu.ru/RUS/otd_sl/ymy/metod_dokym_obraz/met_rekom_aydit_rab.pdf?20.

— Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы студентов по дисциплине. Приняты Учебно-методическим советом НГТУ им. Р.Е. Алексеева, протокол № 2 от 22 апреля 2013 г. Электронный адрес:

http://www.nntu.ru/RUS/otd_sl/ymy/metod_dokym_obraz/met_rekom_organiz_samoct_rab.pdf?20.

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
---	--

Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе	Программное обеспечение свободного распространения
	1. PTC Mathcad 2014/2015 2. Matlab 3. SamSim 4. P7-Офис

Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

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

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

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

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

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 11 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. При заполнении таблицы может быть использована информация, размещенная в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации» <https://www.nttu.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 быть 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. 1021 Лаборатория "Технология электромонтажных работ"	1. Доска меловая	
2	Ауд. 1135 Лаборатория "Электрического привода и преобразовательной техники"	1. Доска меловая 2. Мультимедийный проектор 3. Персональный компьютер с выходом на NEC NP-13LP, Intel Celeron G1620/2 Gb RAM/HDD 230, в составе локальной вычислительной сети, с подключением к интернету 4. Учебный лабораторный стенд "Автоматизированное управление электроприводом" 5. Учебные лабораторные стенды "Основы электропривода и преобразовательной техники" 6. Учебный лабораторный стенд "АУЭП с МК" 7. Учебный лабораторный стенд "Сервопривод"	1. Windows XP, Prof, S/P3 (подписка Dream Spark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14); 2. Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655); 3. Dr.Web (договор № 31704840788 от 20.03.17)
3	Ауд. 1215 Компьютерный класс	1. Доска меловая 2. Мультимедийный проектор 3. Персональные компьютеры с выходом на Optoma X341, Intel Celeron G1620/2 Gb RAM/HDD	1. Windows XP, Prof, S/P3, 7, 10 (подписка Dream Spark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14); 2. Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655);

№	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
		230, в составе локальной вычислительной сети, с подключением к интернету	3. Dr.Web (договор № 31704840788 от 20.03.17)

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 проводится в электронной информационно-образовательной среде университета (далее - ЭИОС).

При преподавании дисциплины «Теория современного автоматизированного электропривода», 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 текстовых файлов с иллюстрациями находятся в свободном доступе в системе E-learning 4G и могут быть получены до чтения лекций и проработаны студентами в ходе самостоятельной работы.

На лекциях 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 лекциях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием, как встреч студентами, так и современных информационных технологий: чат, электронная почта, Skype.

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

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

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета с оценкой 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 выпол-

нены 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 выполнению заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

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

- письменное тестирование по различным разделам курса;
- собеседование в устной форме с преподавателем.

11.1.1. Типовые тестовые задания для текущего контроля

Раздел 1.

1 Что будет с угловой скоростью вращения двигателя постоянного тока независимого возбуждения, питающегося от тиристорного преобразователя, при уменьшении фазы управляющих импульсов, подаваемых на тиристоры?

- 1) Остается неизменной.
- 2) Увеличивается.
- 3) Уменьшается.
- 4) Сначала увеличивается, а затем уменьшается.

2. При изменении фазы угла управления тиристорного преобразователя, питающего двигатель постоянного тока независимого возбуждения, все механические характеристики двигателя будут:

- 1) параллельны друг другу;
- 2) пересекаться в одной точке;
- 3) пересекаться в различных точках;
- 4) мало данных.

3. Какой вид электрического торможения характерен для двигателя постоянного тока независимого возбуждения, питающегося от реверсивного тиристорного преобразователя?

- 1) Режим динамического торможения.
- 2) Режим противовключения.
- 3) Режим рекуперативного торможения.
- 4) Мало данных.

Раздел 2.

1 Регулирование угловой скорости вращения асинхронного двигателя при постоянной мощности (рис.1) осуществляется изменением частоты питающей сети по закону:

$$\begin{array}{ll} 1) \frac{U_c}{f_1} = const, & 3) \frac{U_c}{\sqrt{f_1}} = const, \\ 2) U_c = const; f_1 = var; & 4) \frac{U_c}{f_1^2} = const. \end{array}$$

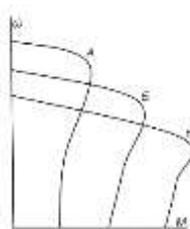


Рис. 1

2. Какой схеме переключения пар полюсов статорной обмотки асинхронного двигателя соответствуют характеристики, представленные на рис.2?

- 1) Звезда - звезда.
- 2) Звезда - треугольник.
- 3) Звезда - двойная звезда.
- 4) Треугольник - двойная звезда.

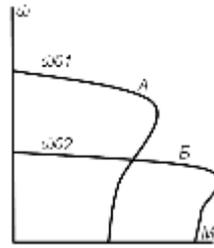


Рис.2

Раздел 3.

1. Какой тип установки приведен на рис.3?

- 1) Вентильно-машинный каскад.
- 2) Электромашинный каскад.
- 3) Асинхронно-вентильный каскад.
- 4) Электромеханический каскад.

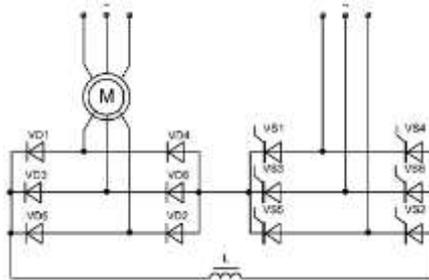


Рис.3

2. Как будет изменяться угловая скорость вращения асинхронного двигателя с фазным ротором при увеличении фазы угла управления тиристорами инверторной группы асинхронно-вентильного каскада β ?

- 1) Угловая скорость вращения двигателя увеличится.
- 2) Уменьшится.
- 3) Останется неизменным.
- 4) Мало данных.

3. Как изменится режим работы асинхронного двигателя, включенного по схеме асинхронно-вентильного каскада, если произошло отключение инверторной группы тиристорov от сети?

- 1) Двигатель будет работать с постоянной угловой скоростью вращения.
- 2) Угловая скорость вращения двигателя уменьшится.
- 3) Угловая скорость вращения двигателя увеличится.
- 4) Двигатель остановится.

Раздел 4.

1. Перечислите достоинства вентильно – индукторных электродвигателей

2. Перечислите недостатки вентильно – индукторных электродвигателей

3. Как зависит максимальный момент синхронного двигателя от величины питающего напряжения?

- 1) Обратно – пропорционально
- 2) Пропорционально напряжению в первой степени
- 3) Пропорционально напряжению в второй степени

Раздел 5.

1. Что понимается под компенсирующей способностью синхронного двигателя?

- 1) Осуществлять баланс активной мощности

- 2) Осуществлять баланс реактивной мощности
 - 3) Поддерживать неизменным коэффициент мощности в статоре
2. Из каких полупроводниковых устройств состоит схема вентильного двигателя (помимо электрической машины)?
- 1) Управляемый выпрямитель и тиристорный инвертор
 - 2) Неуправляемый выпрямитель – транзисторный инвертор
 - 3) Неуправляемый выпрямитель – тиристорный инвертор
3. Каким образом формируется управление положением вектор МДС статора? Наличие какого датчика при этом необходимо?
- 1) датчик скорости (датчик частоты вращения)
 - 2) датчик тока
 - 3) датчик положения ротора (энкодера)

11.1.2. Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме зачета с оценкой

Вопросы к промежуточной аттестации (зачет с оценкой)

1. Механические характеристики двигателя постоянного тока
2. Особенности работы ДПТ
3. ДПТ с независимым возбуждением
4. ДПТ с последовательным возбуждением
5. ДПТ с параллельным возбуждением
6. ДПТ со смешанным возбуждением
7. ЭДС и магнитное поле в ДПТ
8. Работа ДПТ на грузке на валу
9. Особенности перехода ДПТ с одной характеристики на другую при изменении подводимого к якору напряжения
10. Особенности перехода ДПТ с одной характеристики на другую при изменении сопротивления в цепи якоря
11. Особенности перехода ДПТ с одной характеристики на другую при изменении величины магнитного потока
12. Регулирование угловой скорости вращения изменением тока возбуждения ДПТ
13. Регулирование угловой скорости вращения изменением напряжения якорной цепи
14. Регулирование угловой скорости изменением сопротивления в якорной цепи
15. Устройство АД с фазным ротором
16. Устройство АД с короткозамкнутым ротором
17. Механические характеристики асинхронного двигателя
18. Определение синхронной угловой скорости
19. Влияние изменения напряжения сети в механическую характеристику АД
20. Соединение обмотки статора по схеме «треугольник» и «звезда»
21. Скольжение в асинхронном двигателе
22. Законы регулирования скорости асинхронного двигателя
23. Регулирование угловой скорости вращения АД путем изменения частоты питающей сети
24. Регулирование угловой скорости вращения АД путем введения сопротивления в роторную цепь
25. Регулирование угловой скорости вращения АД путем напряжения питающей сети
26. Регулирование угловой скорости вращения АД путем изменения числа пар полюсов
27. $\cos\phi$ и КПД асинхронного двигателя
28. Вентильно – машинный каскад

29. Электромашинный каскад
30. Асинхронного – вентильный каскад
31. Электромеханический каскад
32. Методы выбора электродвигателя
33. Метод эквивалентного тока
34. Метод эквивалентного момента
35. Метод эквивалентной мощности
36. Метод средних потерь
37. Понятие коэффициента мощности электротехнической установки
38. Способы повышения коэффициента мощности в системах регулируемого электропривода (параметрические и структурные)
39. Устройство компенсации реактивной мощности (структура и принцип действия)

Регламент проведения текущего контроля в форме письменного тестирования

Кол-во заданий в банке вопросов	Кол-во заданий, предъявляемых студенту	Время на тестирование, мин.
60	20	40

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института ИНЭЛ

“ ___ ” _____ 202_ г.

**Лист актуализации рабочей программы дисциплины
«ФТД.1 Теория современного автоматизированного электропривода»**

индекс по учебному плану, наименование

для подготовки магистров

Направление: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность: Электромеханические системы автономных объектов

Форма обучения очная

Год начала подготовки: 2020__

Курс 1

Семестр 2

а) В рабочую программу не вносятся изменения. Программа актуализирована для 20_20_ 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 ЭПА _____
_____ протокол № _____ от «__» _____ 2021 г.

Заведующий кафедрой _____

Лист актуализации принят на хранение:

Заведующий выпускающей кафедрой ЭПА _____ «__» _____ 2021 г.

Методический отдел УМУ: _____ «__» _____ 2021 г.