

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

“01” августа 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ2.1 Системы управления электроприводов

(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

для подготовки магистров

Направление подготовки: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность: Цифровые системы управления электроприводов

Форма обучения: очная

Год начала подготовки 2020, 2021

Выпускающая кафедра ЭПА

Кафедра-разработчик ЭПА

Объем дисциплины 72/2
часов/з.е.

Промежуточная аттестация экзамен

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

Нижний Новгород, 2021 г.

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 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 «03» июня 2021 г № 7
Зав. кафедрой д.т.н., доцент Дарьенков А.Б. _____
(подпись)

Программа рекомендована к утверждению ученым советом института ИНЭЛ,
протокол от «07» июня 2021 г. № 1

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ _____ №13.04.02-ц-13
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).....	4
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	8
4.1. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ	8
4.2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ	9
5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.	13
5.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	13
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	15
6.1. УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	15
6.2. СПРАВОЧНО-БИБЛИОГРАФИЧЕСКАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	15
6.3. ПЕРЕЧЕНЬ ЖУРНАЛОВ ПО ПРОФИЛЮ ДИСЦИПЛИНЫ:.....	16
6.4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ	16
7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	16
7.1. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ	16
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 ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ НА ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТАХ.....	19
10.4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ОБУЧАЮЩИХСЯ	20
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 задания для лабораторных работ	20
11.1.2. Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме зачета	20

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цель освоения дисциплины:

Целью освоения дисциплины является изучение систем электропривода переменного тока со скалярным и векторным управлением.

1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля):

- Изучение математического описания обобщенной электрической машины
- Изучение функциональных, структурных и принципиальных схем частотно-регулируемого электропривода
- Экспериментальные исследования частотно-регулируемых электроприводов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина «Системы управления электроприводов» включена в перечень дисциплин вариативной части (формируемой участниками образовательных отношений), определяющий направленность ОП Б1.В.ДВ.2.1 Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах в объёме программы магистратуры. Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Системы управления электроприводов» являются: «Системы программного управления техническими объектами», «Преобразовательная техника», «Микропроцессорные системы в электроприводах».

Дисциплина «Системы управления электроприводов» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Компьютерные, сетевые и информационные технологии», «Компьютерное моделирование технических систем», «Автоматическое управление электроприводов».

Рабочая программа дисциплины «Системы управления электроприводов» 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 магистра							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Системы программного управления техническими объектами ПКС-3, ПКС-4		X						
Преобразовательная техника ПКС-1, ПКС-2, ПКС-4	X							
Компьютерные, сетевые и информационные техно-			X					

Наименование дисциплин, формирующих компетен- цию совместно	Семестры, формирования дисциплины Компетенции берутся из Учебного плана по направлению подготовки магистра							
	1	2	3	4	5	6	7	8
логии ПКС-4								
Компьютерное моделиро- вание технических систем ПКС-1, ПКС-3, ПКС-4			X					
Микропроцессорные си- стемы в электроприводах ПКС-3, ПКС-4	X							
Системы управления электроприводов ПСК-4			X					
Автоматическое управле- ние электроприводов ПКС-4			X					
Проектная практика ПКС-4			X	X				
Преддипломная практика ПКС-4				X				
Государственная итоговая аттестация				X				
Подготовка и защита ВКР				X				
Подготовка к процедуре защиты и защита ВКР				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-4. Способен проектировать объекты профессиональной деятельности	ИПКС-4.1. Способен применять методы создания и анализа моделей, позволяющих прогнозировать свойства и поведение объектов профессиональной деятельности ИПКС-4.2. Способен разрабатывать проектную документацию на различных стадиях проектирования объектов профессиональной деятельности	Знать: - критерии оценки результатов исследования систем управления электроприводов (ИПКС-4.1); - принципы, режимы работы и характеристики современных систем управления электроприводов (ИПКС-4.1); - известные схемные решения и требования проектной документации для разработки автоматизированных энергосберегающих электроприводов производственных механизмов и технологических комплексов (ИПКС-4.2);	Уметь: - формулировать цели и задачи исследования в области систем управления электроприводов, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки (ИПКС-4.1); - применять методы создания и анализа моделей, позволяющих прогнозировать свойства и поведение систем управления электроприводов (ИПКС-4.1); - разрабатывать схемные решения и проектную документацию автоматизированных энергосберегающих электроприводов произ-	Владеть: - навыками выявления приоритетов решаемых задач, выбора и создания критериев оценки результатов исследования в области систем управления электроприводов (ИПКС-4.1); - углубленными теоретическими и практическими знаниями, которые находятся на передовом рубеже науки и техники в области систем управления электроприводов (ИПКС-4.1); - навыками разработки схемных решений и проектной документации автоматизированных энергосберегающих	Тестирование в системе E-learning. (32 вопроса)	Вопросы для устного собеседования. (37 вопросов)

			водственных механизмов и технологических комплексов (ИПКС-4.2);	электроприводов производственных механизмов и технологических комплексов (ИПКС-4.2).		
--	--	--	---	--	--	--

Трудовая функция: 40.180 Специалист в области проектирования систем электропривода

С Разработка проекта системы управления электропривода

С/01.7 «Разработка концепции системы электропривода»

Трудовые действия:

- разработка технического задания на проектирование системы электропривода и согласование его с заказчиком;
- разработка частных технических заданий на проектирование отдельных частей системы электропривода.

Трудовые умения:

- осуществлять постановку задачи работникам на проведение оборудования, для которого разрабатывается проект системы электропривода и разработку отдельных частей этого проекта;

Трудовые знания:

- требования нормативных документов к устройству системы электропривода;
- правила разработки проектов системы электропривода;
- правила проведения обследования оборудования, для которого разрабатывается проект системы электропривода;
- методики определения характеристик оборудования, для которого разрабатывается проект системы электропривода;

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 5
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)		
лабораторные работы (ЛР)	17	17
1.2. Внеаудиторная, в том числе	4	4
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)		
текущий контроль, консультации по дисциплине	2	2
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	2	2
2. Самостоятельная работа (СРС)	30	30
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.)	30	30
Подготовка к зачету (контроль)	4	4

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

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

Планируемые (контролируемые) результаты осво- ения: код УК; ОПК; ПК и инди- каторы достиже- ния компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и ин- терактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Прак- тической под- готовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудо- емкость в ча- сах)	
		Контактная ра- бота			Самостоятель- ная работа сту- дентов (час)					
		Лекции	Лабора- торные работы	Практиче- ские заня- тия						
5 семестр										
ПКС-4, ИПКС-4.1, ИПКС-4.2	Раздел 1. Введение. Обобщенная электрическая машина. Скалярное и векторное регулирование момента двигателей переменного тока.									
	Тема 1.1 Современные электро- приводы переменного тока со ска- лярным управлением. Функциональные схемы, принцип работы, характеристики.	2			2	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.2.2.] [6.2.4.] [6.2.5.]	Публичная пре- зентация проекта.			
	Тема 1.2 Математическое описа- ние обобщенной электрической машины. Эквивалентная схема, уравнения равновесия ЭДС. Векторное регу- лирование момента двигателей пере- менного тока. Комплексная форма представления уравнений.	2			2	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.2.2.] [6.2.3.] [6.2.4.] [6.2.5.] [6.2.6.]	Публичная пре- зентация проекта.			
	Тема 2.2 Фазные и координатные преобразования. Прямое и обратное координатное преобразование. Понятие обобщен- ного вектора. Прямое и обратное фазное преобразование. Принцип ориентации системы координат по полю двигателя.	2			2	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.2.2.] [6.2.3.] [6.2.4.] [6.2.5.] [6.2.6.]	Публичная пре- зентация 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 1.4 TRANSVECTOR - первый частотно-регулируемый асинхронный электропривод с векторным управлением. Функциональная схема, состав и назначение блоков систем управления и регулирования. Пояснения к работе схемы.	2			2	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.2.2.] [6.2.3.] [6.2.4.] [6.2.5.] [6.2.6.]	Публичная презентация проекта.		
	Лабораторная работа № 1. Датчиковый асинхронный частотно-регулируемый электропривод на базе преобразователя частоты фирмы КЕВ		3		3	Подготовка к лабораторным работам [6.2.7.] [6.2.8.]			
	Лабораторная работа № 2. Современные электроприводы фирмы ОМРОН. (частотно-регулируемые асинхронный и синхронный сервопривод).		3		3	Подготовка к лабораторным работам [6.2.7.] [6.2.8.]			
ПКС-4, ИПКС-4.1, ИПКС-4.2	Раздел 2. Частотно-регулируемые промышленные электроприводы переменного тока с векторным управлением.								
	Тема 2.1. Датчиковые частотно-токовые асинхронные электроприводы с векторным управлением. Функциональные схемы, состав оборудования силовой части и схем управления и регулирования. Принципиальные схемы блоков и узлов. Пояснения работы схемы.	3			3	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.2.2.] [6.3.3.] [6.2.4.] [6.2.5.]	Публичная презентация проекта.	1	
	Тема 2.2 Бездатчиковые частотно-токовые асинхронные элек-	3			3	подготовка к лекциям	Публичная презентация проекта.	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					
	тройные приводы с векторным управлением. Функциональные схемы, состав оборудования силовой части и схем управления и регулирования. Принципиальные схемы блоков и узлов. Пояснения работы схемы.					[6.1.1.] [6.2.2.] [6.3.3.] [6.2.4.] [6.2.5.]			
	. Тема 2.3. Частотно-токовый синхронный электропривод с векторным управлением. Функциональные схемы, состав оборудования силовой части и схем управления и регулирования. Принципиальные схемы блоков и узлов. Пояснения работы схемы.	3			3	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.2.2.] [6.3.3.] [6.2.4.] [6.2.5.]	Публичная презентация проекта.	1	
	Лабораторная работа №3. Синхронный частотно-регулируемый электропривод на базе преобразователя частоты фирмы KEB		3		3	Подготовка к лабораторным работам [6.2.7.] [6.2.8.]			
	Лабораторная работа № 4. «Частотно-регулируемый электропривод с низковольтным вентиляционным двигателем и платой управления VectorCARD K1921BK01T ».		4		4	Подготовка к лабораторным работам [6.2.7.] [6.2.8.]			
	Лабораторная работа № 5. «Частотно-регулируемый привод с микропроцессорной системой управления, основанной на отладочном наборе DRV8312-C2-KIT фирмы Texas Instrument».		4		4	Подготовка к лабораторным работам [6.2.7.] [6.2.8.]			

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 курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)				
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия					
	РГР								
	Контрольная								
	Курсовой проект / работа								
	ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	17	17	0	30				
	ИТОГО по дисциплине	17	17	0	30				

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/quest/subject/test/subject_id/643

Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

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

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

5.1.2. При промежуточном контроле успеваемость студентов оценивается по четырех-балльной 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/quest/subject/test/subject_id/643

.

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 тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от тах рейтинговой оценки контроля
ПКС-4. Способен проектировать объекты профессиональной деятельности	ИПКС-4.1. Способен применять методы создания и анализа моделей, позволяющих прогнозировать свойства и поведение объектов профессиональной деятельности ИПКС-4.2. Способен разрабатывать проектную документацию на различных стадиях проектирования объектов профессиональной деятельности	Изложение учебного материала бессистемное, неполное. Не знает режимов работы и характеристик современных систем управления. Не понимает схемные решения и не владеет навыками разработки проектной документации. Не способен разрабатывать проектную документацию на различных стадиях проектирования объектов профессиональной деятельности	Имеет поверхностные знания о известных технических решениях в области систем управления электроприводов. 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. Допускает незначительные ошибки, которые сам исправляет; комментируя выполняемые действия не всегда точно.	Имеет глубокие знания всего материала дисциплины, освоил материал лекционного курса и рекомендованной учебной литературы. 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 Анучин А.С. Системы управления электроприводов: учебник для вузов- М.: Издательский дом МЭИ, 2015. -373 с.: ил., [электронный ресурс] (консультант –студента), <http://www.studentlibrary.ru>.
- 6.1.2. Онищенко Г.Б. Теория электропривода: Учебник/ Г.Б. Онищенко – М.:ООО «Образование и исследование», 2013. – 352 с.

6.2. Справочно-библиографическая литература.

— учебники и учебные пособия

- 6.2.1. Онищенко Г.Б. Электрический привод: Учебник/ Г.Б. Онищенко – М.: «Академия», 2006. – 288с.
- 6.2.2. Фираго Б.И. Регулируемые электроприводы переменного тока/ Б.И. Фираго, Л.Б. Павлянчик. –Минск: «Техноперспектива», 2006. -363 с.
- 6.2.3. Терехов В.М. Системы управления электроприводов: Учебник для студ.высш.учебн.заведений/В.М. Терехов, О.И. Осипов; Пд ред. В.М. Терехова- М.: Издательский центр «Академия»2005.-304 с.
- 6.2.4. Соколовский Г.Г. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием: Учебник для студ.высш.учебн.заведений/Г.Г.Соколовский. М.: Издательский центр «Академия»2006.-272 с.
- 6.2.5. Чернов Е.А. Станочные электроприводы переменного тока: Справочное пособие.- М.: Виращ-Центр, 1997.-232 с.
- 6.2.6. Чиликин М.Г и др. Теория автоматизированного электропривода: Учебн. пособие для вузов/ М.Г.Чиликин, В.И.Ключев, А.С.Сандлнр-М.:Энергия,1979.-616 с.
- 6.2.7. Российский образовательный портал. <http://www.school.edu.ru/default.asp>
- 6.2.8. Электронная библиотека:
<http://do.gendocs.ru/docs/index-240368.html>
<http://www.intuit.ru/studies/courses/12247/1179/lecture/19715.page=2>

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 указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Системы управления электроприводов» в электронном варианте находятся в системе E-learning 4G по адресу:

https://edu.nntu.ru/resource/index/index/subject_id/643/ordergrid643/title_ASC/publicgrid/1/ordergrid/subject_ASC/subjectgrid643/643/gridmod/ajax/startgrid643/35/resource_id/35673

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
	SMathStudio
	P7-Офис

Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

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

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

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

№	Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы	Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)
1	2	3
1	База данных стандартов и регламентов 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.ntu.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. 1135 Лаборатория «Системы управления электроприводов»	1. Доска меловая 2. Мультимедийный проектор Epson. 3. Персональный компьютер на базе Intel Core Duo 2ГГц, 2 Гб ОЗУ, 320 Гб HDD. 4. Монитор Samsung 17`. 5. Лабораторные стенды по дисциплине «Системы управления электроприводов».	1. Uniti Pro XL 8.0 Schneider Electric (Лицензия № 21151906366) 2. Windows XP, Prof, S/P3, 7, 10 (подписка Dream Spark Premium, договор № Tr113003 от 25.09.14); 3. Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655); 4. Dr.Web (договор № 31704840788 от 20.03.17)
2	Ауд. 1247 Аудитория для лекционного цикла	1. Проектор Epson – 1 шт 2. ПК на базе Intel Core Duo 2ГГц, 2 Гб ОЗУ, 320 Гб HDD, 3. Монитор Samsung 17` – 1 шт	• Microsoft Windows 7 (подписка DreamSpark Premium, договор № Tr113003 от 25.09.14); • Microsoft Office (лицензия № 43178972);
3	Ауд. 8110 Класс для самостоятельной работы	• Проектор Acer – 1 шт; • ПК на базе Intel Core Duo 2.93 ГГц, 2 Гб ОЗУ, 320 Гб HDD, монитор Samsung 19` – 8 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)

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).

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

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

При преподавании дисциплины «Электрические машины», 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 в системе E-learning 4G и могут быть получены до чтения лекций и проработаны студентами в ходе самостоятельной работы.

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

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

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

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

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена с учетом текущей успеваемости.

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

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

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

10.2. Методические указания для занятий лекционного типа

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

10.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах

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

При оценивании лабораторных работ учитывается следующее:

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

10.4. Методические указания по 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

- проведение лабораторных работ;
- отчет по лабораторным работам;
- тестирование на сайте преподавателя по различным разделам курса;
- зачет.

11.1.1. Типовые задания для лабораторных работ

Режим доступа <https://edu.nntu.ru/> Курс: [Системы управления электроприводов. https://edu.nntu.ru/resource/index/index/subjecttype/subject/subject_id/643/resource_id/35673](https://edu.nntu.ru/resource/index/index/subjecttype/subject/subject_id/643/resource_id/35673)

11.1.2. Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме зачета

1. АЭП с частотно параметрическим регулированием скорости.
2. АЭП с частотно-токовым (скалярным) регулированием скорости.
3. АЭП с частотно-токовым (скалярным) регулированием скорости с замкнутым контуром скорости.

4. Понятие обобщенной электрической машины (ОЭМ), допущения, уравнения электрического равновесия для статора и ротора.
5. Электромагнитный момент обобщенной электрической машины.
6. Уравнения динамической механической характеристики двигателя.
7. Линейные преобразования уравнений механической характеристики обобщенной машины, критерий правильности преобразований.
8. Линейные преобразования для статорной и роторной цепи.
9. Формулы обратного преобразования.
10. Уравнения электрического равновесия во вращающейся системе координат.
11. Проверка выполнения требований инвариантности мощности при координатном (линейном) преобразовании.
12. Комплексные преобразования для обобщенной электрической машины.
13. Схемы замещения ОЭМ в неподвижных и вращающихся осях.
14. Уравнения электрического равновесия при разных скоростях вращения координатных осей.
15. Фазные преобразования переменных. Формулы прямого и обратного преобразования.
16. Обобщенный вектор, его свойства.
17. Уравнения динамической механической характеристики асинхронного короткозамкнутого двигателя.
18. Принцип ориентирования по полю асинхронного двигателя при частотном управлении (уравнения динамической механической характеристики АД с КЗР).
19. Структурная схема системы АЭП «TRANSVECTOR» (назначение блоков и узлов).
20. Блоки фазных и координатных преобразований.
21. Блок развязки (назначение, структурная схема).
22. Частотно-токовые АЭП переменного тока.
23. Векторное регулирование момента в ЭМ переменного тока (2 правила).
24. Способы реализации моментного треугольника (3 способа).
25. Варианты построения синхронного АЭП с частотно-токовым управлением.
26. Функциональная схема синхронного АЭП с частотно-токовым управлением.
27. Работа АЭП в установившемся режиме.
28. Статические характеристики частотно-токового синхронного АЭП.
29. Синхронный АЭП с регулированием продольной и поперечной составляющих.
30. Функциональная схема, назначение блоков и узлов.
31. Частотно-токовый асинхронный АЭП (два варианта формирования моментного треугольника).
32. Функциональная схема, назначение блоков и узлов, работа схемы.
33. Статические характеристики частотно-токового асинхронного АЭП.
34. Датчиковый тиристорный частотно-токовый асинхронный АЭП ЭТА1-01.
 - функциональная схема
 - назначение блоков и узлов (КП, ГСК, УНЧ, УФИ, ДПР, УЛ)
 - особенности построения и работа контуров тока статора.
 - особенности построения и работа адаптивного контура скорости.
35. Бездатчиковый тиристорный частотно-токовый асинхронный АЭП ЭТА1-02.
 - функциональная схема
 - назначение блоков и узлов (УТК, ОКП).
36. Бездатчиковый транзисторный частотно-токовый асинхронный АЭП ЭПА-02.
 - особенности функциональной схемы.
 - назначение блоков и узлов (УДН, ПФ1, ПФ2, КП, ОКП, ГСК, УЗРТ, УОС, НО).
37. Векторная ШИМ модуляция. Принцип, базовые вектора, варианты реализации при двухпроходном и однопроходном алгоритмах управления.

.....
Регламент проведения текущего контроля в форме компьютерного тестирования

Кол-во заданий в банке вопросов	Кол-во заданий, предъ- являемых студенту	Время на тести- рование, мин.
37	15	60

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

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института ИНЭЛ

Дарьенков А.Б.
“ ” 2021 г.

Лист актуализации рабочей программы дисциплины
«Системы управления электроприводов»
индекс по учебному плану, наименование

для подготовки магистров

Направление: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность: Цифровые системы управления электроприводов

Форма обучения очная

Год начала подготовки: 2020

Курс 2

Семестр 3

а) В рабочую программу не вносятся изменения. Программа актуализирована для 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 Дарьенков А.Б.

Лист актуализации принят на хранение:

Заведующий выпускающей кафедрой ЭПА _____ « » 2021 г.

Методический отдел УМУ: _____ « » 2021 г.