

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Нижегородский государственный технический университет
им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ)

Передовая инженерная школа атомного машиностроения и систем высокой плотности энергии (ПИШ)

(Полное и сокращенное название института, реализующего данное направление)

УТВЕРЖДАЮ:
Директор ПИШ:

_____ А.В. Тумасов
подпись ФИО
“19” июня 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ОД.4 Регулируемый электропривод

(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

для подготовки магистров

Направление подготовки: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность: Кибербезопасность электроэнергетических систем

Форма обучения: очная

Год начала подготовки 2024

Выпускающая кафедра

ЭССЭ

Кафедра-разработчик

ЭПА

Объем дисциплины

72/2

Промежуточная атт.

и занет

Промежуточная аттестация зачет

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

2024 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 23 апреля 2024 г №14

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры протокол от «19» марта 2024 г № 2

Зав. кафедрой д.т.н., доцент Дарьенков А.Б. _____
(подпись)

Программа рекомендована к утверждению ученым советом института ИНЭЛ,
протокол от «28» марта 2024 г. № 2

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ регистрационный № 13.04.02-к-10

Начальник МО _____ Н.Р. Булгакова

1. Оглавление	
2. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	4
2.1. Цель освоения дисциплины:.....	4
3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	4
4. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....	5
5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	7
5.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам	7
5.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам	8
6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.	11
6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности.....	11
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	13
7.1. Учебная литература.....	13
7.2. Справочно-библиографическая литература.....	13
7.3. Перечень журналов по профилю дисциплины:.....	13
7.4. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям	14
8. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	14
8.1. Перечень информационных справочных систем	14
8.2. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства необходимого для освоения дисциплины.....	14
9. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ	15
10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	15
11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	16
11.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии	16
11.2. Методические указания для занятий лекционного типа.....	17
11.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах.....	17
11.4. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся	18
12. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	18
12.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости.....	18
11.1.1. Типовые задания для лабораторных работ	18
11.1.2. Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме зачета	18

2. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Цель освоения дисциплины:

Целью освоения дисциплины является изучение принципов управления электродвигателями постоянного и переменного тока.

1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля):

- Проектирование замкнутых систем АЭП.
- Оптимизация контуров регулирования замкнутых систем АЭП.
- Настройка и исследование систем АЭП.

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина «Регулируемый электропривод» включена в перечень дисциплин вариативной части (формируемой участниками образовательных отношений), определяющий направленность ОП Б1.В.ОД.4. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах в объеме программы магистратуры. Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Системная инженерия», «Цифровая обработка сигналов», «Надежность и эффективность систем электроэнергетики».

Дисциплина «Регулируемый электропривод» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Автоматизация энергосистем», «Компьютерные, сетевые и информационные технологии», «Применение ЭВМ в электроэнергетике», «Информационная безопасность электроэнергетических систем».

Рабочая программа дисциплины «Регулируемый электропривод» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

4. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Таблица 1- Формирование компетенций дисциплинами

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию ПКС-4 совместно	Семестры, формирования дисциплины Компетенции берутся из Учебного плана по направлению подготовки магистра							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Релейная защита ЭЭС	X							
<i>Регулируемый электропривод</i>		X						
Оптимизация в ЭЭС			X					
Автоматизация энергосистем			X					
Современная релейная защита		X						
Переходные электромеханические процессы в ЭЭС		X						
Учет энергоресурсов и энергетический мониторинг	X							
Проектная практика		X		X				
Преддипломная практика				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	
		Знать:	Уметь:	Владеть:	Текущего контроля	Промежуточной аттестации
ПКС-4. Способен проектировать объекты профессиональной деятельности, в том числе в атомной энергетике	ИПКС-4.2. Способен разрабатывать проектную документацию на различных стадиях проектирования объектов профессиональной деятельности, в том числе в атомной энергетике	Знать: - методы разработки проектной документации на различных стадиях проектирования объектов профессиональной деятельности	Уметь: - разрабатывать проектную документацию на различных стадиях проектирования объектов профессиональной деятельности	Владеть: - навыками разработки проектной документации на различных стадиях проектирования объектов профессиональной деятельности	Тестирование в системе E-learning. (74 вопроса)	Вопросы для устного собеседования. (55 вопросов)

40.178 «Специалист по проектированию автоматизированных систем управления технологическими процессами.»

C/01.7 Трудовые действия:

- Разработка требований к автоматизированной системе управления и ее частям

Трудовые умения:

- Выбирать и оценивать варианты концепции автоматизированной системы управления в соответствии с нормативными правовыми актами и документами системы технического регулирования в градостроительной деятельности, технико-экономическими показателями и требованиями пользователя

Трудовые знания:

- Общие технические требования и функциональное назначение автоматизированных систем управления технологическими процессами

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. 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

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)		
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	4	4
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)		
2. Самостоятельная работа (СРС)	34	34
реферат/эссе (подготовка)		
расчёто-графическая работа (РГР) (подготовка)	12	12
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.)	18	18
Подготовка к зачету	4	4

5.2. 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)	
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа студентов (час)					
1 курс										
ПСК-4	Тема 1. Этапы развития регулируемого ЭП. Разомкнутые релейно-контакторные системы регулируемого электропривода	2			1	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.2.3.]	Публичная презентация проекта.			
	Тема 2. Элементы замкнутых систем регулируемого электропривода постоянного тока. Одноконтурные системы регулируемого электропривода .	2			1	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.2.3.]	Публичная презентация проекта.			
	Тема 3. Принципы построения и оптимизации многоконтурных систем регулируемого электропривода.	2			1	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.2.3.]	Публичная презентация проекта.			
	Тема 4. Однозонный регулируемый электропривод постоянного тока с подчиненным регулированием параметров	2			1	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.2.3.]	Публичная презентация проекта.			

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)				
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)								
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия									
	Лабораторная работа №1. Регулируемый ЭП на базе ДПТ		4		2								
	Тема 5. Двухзонный АЭП постоянного тока. Функциональная схема, способы управления. Особенности оптимизации и линеаризации контуров регулирования.	2			1	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.2.3.]	Публичная презентация проекта.						
	Лабораторная работа № 2. Комплектный асинхронный частотно-регулируемый электропривод на базе преобразователя частоты фирмы KEB		4										
	Тема 6. Следящие системы АЭП постоянного тока. Основные характеристики и режимы работы. Особенности настройки контура положения для малых, средних и больших перемещений. Позиционный АЭП с параболическим регулятором положения.	2			1	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.2.3.]	Публичная презентация проекта.						
	Лабораторная работа № 3. Позиционный электропривод с синхронным частотно-управляемым серводвигателем		4		2	Подготовка к ЛР [6.1.1] [6.1.2]							
	Тема 7. АЭП переменного тока на базе вентильного двигателя. Функциональная схема, принцип регулирования скорости, назначение коммутатора, датчика положе-	2			1	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.2.1.] [6.2.3.]	Публичная презентация проекта.						

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)				
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)								
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия									
	ния ротора, силовых транзисторных ключей. Система регулирования, адаптивный регулятор скорости.					[6.2.4.]							
	Тема 8. АЭП переменного тока на базе короткозамкнутого асинхронного двигателя. Скалярные системы электропривода с частотно-параметрическим и частотно-токовым управлением. Особенности построения частотно-регулируемых АЭП с векторным управлением	3			2	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.2.3.] [6.2.4.]	Публичная презентация проекта.						
	Лабораторная работа №4 Регулируемый ЭП на базе АД с КЗР		5		2								
	РГР				12								
	Контрольная												
	Курсовой проект / работа												
	ИТОГО ЗА СЕМЕСТР № 1	17	17		34								
	ИТОГО по дисциплине	17	17		34								

6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.

6.1. 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≤50	Отлично	зачет
30<R≤40	Хорошо	
20<R≤30	Удовлетворительно	
0<R≤20	Неудовлетворительно	

5.1.2. При промежуточном контроле успеваемость студентов оценивается по четырехбалльной системе «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно», либо «зачет», «незачет». Тесты для промежуточного контроля сформированы в системе E-learning и находятся в свободном доступе:

https://edu.nntu.ru/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 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-4. Способен проектировать объекты профессиональной деятельности, в том числе в атомной энергетике	ИПКС-4.2. Способен разрабатывать проектную документацию на различных стадиях проектирования объектов профессиональной деятельности, в том числе в атомной энергетике	<p>Изложение учебного материала бессистемное, неполное.</p> <p>Не способен выполнять сбор и анализ данных для обоснования и проектирования объектов профессиональной деятельности.</p> <p>Не способен составлять и оформлять типовую техническую документацию.</p> <p>Не способен осуществлять выбор оборудования что препятствует усвоению последующего материала</p>	<p>Фрагментарные, поверхностные знания по проектированию объектов профессиональной деятельности. 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</p>	<p>Знает материал на достаточно хорошем уровне; представляет основные задачи в рамках постановки целей и выбора опимальных способов их достижения.</p> <p>Допускает незначительные ошибки, которые сам исправляет; комментируя выполняемые действия не всегда точно.</p>	<p>Имеет глубокие знания всего материала дисциплины; освоил материал лекционного курса и рекомендованной учебной литературы.</p> <p>Изложение полученных знаний полное, системное. Допускаются единичные ошибки, самостоятельно исправляемые при собеседовании.</p>

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.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. 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. Тихомиров В.А., Мельников В.Л., Соколов В.В. Теория и расчет систем электропривода с подчиненным регулированием параметров. Пособие Нижегород. гос. техн. у-т им. Р.Е. Алексеева.- Н. Новгород, 2018. -107 с.
- 6.1.3. Онищенко Г.Б. Теория электропривода: Учебник/ Г.Б. Онищенко – М.:ООО «Образование и исследование», 2013. – 352 с.

7.2. Справочно-библиографическая литература.

- *учебники и учебные пособия*
- 7.2.1. Онищенко Г.Б. Электрический привод: Учебник/ Г.Б. Онищенко – М.: «Академия» , 2006. – 288с.
- 7.2.2. Фираго Б.И. Регулируемые электроприводы переменного тока/ Б.И. Фираго, Л.Б. Павлянчик. –Минск: «Техноперспектива», 2006. -363 с.
- 7.2.3. Российский образовательный портал. <http://www.school.edu.ru/default.asp>
- 7.2.4. Электронная библиотека:
<http://do.gendocs.ru/docs/index-240368.html>
<http://www.intuit.ru/studies/courses/12247/1179/lecture/19715.page=2>

7.3. Перечень журналов по профилю дисциплины:

- 7.3.1. Научно-технический и научно-производственный журнал [Электромеханика](#)
- 7.3.2. Научно-технический журнал [Электричество](#)

7.4. 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

8. 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).

8.1. 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/
4	TNT-ebook	https://www.tnt-ebook.ru/

8.2. 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

9. 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

10. 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 и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	Ауд. 1135 Лаборатория «Системы управления электроприводов»	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 (с/н ZNFC-CR5D-5U3U-JKGP от 20.05.2024)
2	Ауд. 1247 Аудитория для лекционного цикла	Проектор Epson – 1шт ПК на базе IntelCoreDuo 2ГГц, 2 Гб ОЗУ, 320 Гб HDD, монитор Samsung 17` – 1шт	• Microsoft Windows 7 (подписка DreamSpark Premium, договор № Tr113003 от 25.09.14); • Microsoft Office (лицензия № 43178972);
3	Ауд. 8110 Класс для самостоятельной работы	• 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 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 (с/н ZNFC-CR5D-5U3U-JKGP от 20.05.2024)

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

11.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа: аудиторная, внеаудиторная, а также проводиться в электронной информационно-образовательной среде университета (далее - ЭИОС).

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

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

При преподавании дисциплины «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.

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

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

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена с учетом текущей успеваемости.

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

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

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

11.2. 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.

11.3. 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.

11.4. 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.

12. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

12.1. 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

11.1.2. Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме зачета

Регулируемый электропривод

Вопросы к зачету (темы 1-4)

1. Способы автоматического управления процессами пуска, торможения, реверса.
2. Управление в функции времени (+ и —, область применения).
3. Управление в функции скорости (+ и —, область применения).
4. Управление в функции тока (+ и —, область применения).

5. Особенности пуска синхронных двигателей. Способы пуска. Виды электрических защит в релейно-контактных системах АЭП.
7. Максимально-токовая защита (назначение, чем осуществляется).
8. Минимально-токовая защита (назначение, чем осуществляется).
9. Термовая защита (назначение, чем осуществляется).
10. Нулевая защита (назначение, чем осуществляется).
11. Защита от перенапряжений (назначение, чем осуществляется).
12. Защита от затянувшегося пуска синхронного двигателя (назначение, чем осуществляется).
13. Защита от выпадания из синхронизма синхронного двигателя (назначение, чем осуществляется).
14. Защита от превышения напряжения и скорости. Путевая защита (назначение, чем осуществляются).
15. Защитные блокировки (назначение, чем осуществляются).
16. Технологические блокировки (назначение, чем осуществляются).
17. Сигнализация в релейно-контакторных системах АЭП (виды, способы реализации).
18. Схема прямого пуска синхронного двигателя с включением возбудителя в функции тока.
19. Двигатель постоянного тока как элемент замкнутых систем АЭП
20. Тиристорные управляемые выпрямители как элементы замкнутых систем АЭП. (принцип действия, внешние характеристики).
21. Регулировочные характеристики управляемого выпрямителя с пилообразным опорным напряжением в СИФУ в режиме непрерывного тока 22. Динамические свойства и передаточная характеристика управляемого выпрямителя в режиме непрерывного тока.
23. Регуляторы как элементы замкнутых систем АЭП. Основные схемы включения операционных усилителей и области их применения.
24. Способы ограничения выходного сигнала операционных усилителей. Схемы с фиксированным ограничением.
25. Схемы с регулируемым ограничением выходного сигнала операционных усилителей. Принцип «классического» ограничения.
26. Включение операционных усилителей с частотно-зависимыми цепями. П, И, А — регуляторы (схемные реализации, передаточные функции, ЛАЧХ, временные диаграммы).
27. ПИ — регулятор (схемная реализация, передаточные функции для двух форм представления, ЛАЧХ, временные диаграммы).
28. Датчики регулируемых параметров как элементы замкнутых систем АЭП. Основные требования к датчикам. Датчики постоянного тока, напряжения, скорости и ЭДС
29. Задатчики регулируемых параметров (потенциометрические с плавным и дискретным заданием, сельсинные).
30. Одноконтурная система АЭП с отрицательной обратной связью по напряжению (схема, скоростные характеристики, область применения).
31. Одноконтурная система АЭП с отрицательной обратной связью по току (схема, скоростные характеристики, область применения).
32. Одноконтурная система АЭП с положительной обратной связью по току (схема, скоростные характеристики, область применения).
33. Одноконтурная система АЭП с отрицательной обратной связью по скорости (схема, скоростные характеристики, область применения).

Вопросы к зачету (темы 5-8)

1. Чем отличаются зависимые и независимые системы двухзонного АЭП? Как в них осуществляется регулирование скорости?
2. Функциональная схема двухзонного АЭП. Пояснить переход во вторую зону регулиро

вания скорости.

3. Особенности оптимизации контура потока двигателя в двухзонном АЭП.
4. Построение контура потока на базе датчика тока возбуждения.
5. Оптимизация контура ЭДС.
6. С какой целью проводится линеаризация контура ЭДС в двухзонном АЭП?
7. Особенности оптимизации контура скорости в двухзонном АЭП.
8. В каких случаях требуется линеаризация контура скорости в двухзонном АЭП и почему?
9. Какими средствами осуществляется линеаризация контуров регулирования в двухзонном АЭП? Привести примеры линеаризации.
10. Принципиальная блочная схема двухзонного АЭП. Работа АЭП во второй зоне.
11. Расчет решающих цепей и реализация датчика возбуждения на базе датчика тока.
12. Расчет решающих цепей регулятора возбуждения.
13. Расчет решающих цепей контура ЭДС.
14. О запасе тиристорного возбудителя по напряжению
15. Моделирование систем АЭП в относительных единицах. Переход от абсолютных значений к относительным.
16. Моделирование контура тока якоря в абсолютных и относительных единицах. Структурные схемы, схема модели, параметры звеньев, осцилограммы сигналов.
17. Моделирование контура скорости однозонного АЭП в относительных единицах. Схемы моделей, параметры звеньев, осцилограммы сигналов в контуре скорости с «развернутым» и «свернутым» контуром тока.
18. Структурные схемы двухзонного АЭП в абсолютных и относительных единицах.
19. Схема модели двухзонного АЭП со «свернутыми» контурами тока якоря и возбуждения, параметры звеньев, осцилограммы сигналов при пуске с выходом во вторую зону и останове.
20. Структурная схема позиционного АЭП. Режимы работы.
21. Оптимизация контура положения для режима малых перемещений.
22. Ошибка регулирования (статическая точность) позиционной АЭП с П регулятором положения.
23. Структурная схема позиционного АЭП в относительных единицах. Формулы для перехода к относительным единицам.
24. Базовые значения для силовой части АЭП, систем управления и регулирования. Осцилограммы тока и скорости при пуске и торможении в относительных единицах.
25. Расчет регулятора положения для режима малых перемещений в относительных единицах. Переход к абсолютным единицам и сравнение результатов расчета.
26. Особенности расчета регулятора положения для режима средних перемещений. Диаграммы основных сигналов при оптимальной отработке задающего сигнала.
27. Дать пояснения расчета (нахождения выражения) коэффициента усиления регулятора положения.
28. Как будут отрабатываться перемещения большие (меньшие) расчетного при линейном (пропорциональном) регуляторе положения? Дать пояснение с помощью осцилограмм основных сигналов.
29. Что такое настроечное перемещение и как для него рассчитывается линейный регулятор положения? Привести расчет коэффициента усиления пропорционального регулятора положения и настроечного перемещения в относительных единицах.
30. Показать и проанализировать осцилограммы сигналов (смоделировать в ПО SamSim) при отработке настроечного перемещения, а также перемещений в 2 раза меньших (больших) настроечного.
31. Расчет регулятора положения для режима больших перемещений.
32. Вывод выражения (зависимости) выходного сигнала от рассогласования для параболического регулятора положения.
33. Что дает применение параболического регулятора положения? Что улучшается и какой

ценой это достигается?

34. Теоретическая характеристика параболического регулятора положения и ее практическая реализация.
 35. Типы адаптивных систем АЭП. Задачи, решаемые ими. Простейший способ построения беспоисковой адаптивной АЭП. Каким образом осуществляется, когда применяется?
 36. Беспоисковые адаптивные системы с эталонными моделями. Предельная передаточная функция адаптивной системы с сигнальной самонастройкой.
 37. В каких случаях и каким образом можно стабилизировать частоту среза ЛАЧХ в беспоисковых АЭП? Пояснить работу адаптивной АЭП со стабилизацией ЛАЧХ на частоте среза.
 38. Привести схему и дать пояснения работы выявителя модуля.
 39. Когда в беспоисковых адаптивных АЭП применяют регуляторы с переключающейся структурой? Осцилограммы сигналов в контуре тока при отработке скачка задания в режимах непрерывного и превышающего тока.
 40. Как ведут себя (что в них происходит) одноконтурные и многоконтурные АЭП при переходе из режима непрерывного тока в режим прерывистого.
 41. Проанализировать работу двухконтурной АЭП с подчиненным регулированием параметров, оптимизированной для режима непрерывного тока при переходе в режим прерывистого тока.
 42. Оптимизация контура тока для режима прерывистого тока. Анализ передаточной функции регулятора тока.
 43. Пояснить работу адаптивного регулятора тока с переключающейся структурой.
 44. Привести другие варианты построения адаптивного контура тока.
 45. Варианты оптимизации контура скорости в одноконтурных системах АЭП.
 46. Каким образом и за счет чего осуществляется регулирование скорости вентильного двигателя.
 47. Какую роль в АЭП с ВД выполняет коммутатор и датчик положения ротора? Особенности их схемного решения.
 48. Назначение силовых транзисторных ключей. Релейный регулятор тока. Режимы работы транзисторных ключей.
 49. Система регулирования АЭП с ВД. Каким образом осуществляется регулирование скорости ВД? Может ли ВД работать в разомкнутой системе?
 50. Структурная схема АЭП с вентильным двигателем. Особенности оптимизация контуров регулирования.
 51. Дать пояснения схемной реализации адаптивного регулятора скорости АЭП с ВД.
 52. Пояснить вывод передаточной функции адаптивного регулятора скорости в зоне малой и больших скоростей.
 53. Скалярные системы частотно-регулируемого АЭП с ПЧН.
 54. Скалярные системы частотно-регулируемого АЭП с ПЧТ.
 55. Особенности построения частотно-регулируемых АЭП на базе АД с КЗР с векторным управлением.
-

Регламент проведения текущего контроля в форме компьютерного тестирования

Кол-во заданий в банке вопросов	Кол-во заданий, предъявляемых студенту	Время на тестирование, мин.
74	74	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