

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Трехгорный технологический институт –
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(ТТИ НИЯУ МИФИ)

УТВЕРЖДАЮ
Директор ТТИ НИЯУ МИФИ
_____ Т.И. Улитина
«26» _____ июня 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
«АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД»

Специальность: 15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов

Специализация: Проектирование инструментальных комплексов в
машиностроении

Квалификация (степень) выпускника: инженер

Форма обучения: очная

Трехгорный

2024

1 ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Автоматизированный электропривод» обеспечивает овладение знаниями основ автоматизированного электропривода, его свойств, характеристик и современных направлений развития вопросов энергетики электропривода.

1.1 Цели дисциплины

Цель дисциплины «Автоматизированный электропривод» – изучение теории автоматизированного электропривода и различных типов систем управления к нему, привитие навыков синтеза систем управления с позиций достижения наилучших технико-экономических показателей по производительности труда и себестоимости продукции.

1.2 Задачи дисциплины

Задача изучения дисциплины – дать представление студентам:

- о разработке обобщенных вариантов проектирования электропривода, анализе этих вариантов, отыскании компромиссных решений в условиях многокритериальности, неопределенности;
- об использовании информационных технологий при проектировании электротехнического оборудования и систем;
- об анализе состояния электропривода;
- о создании теоретических моделей, позволяющих прогнозировать свойства и поведение электромеханических систем;
- о разработке планов, программ и методик проведения испытаний систем электрооборудования;
- об использовании компьютерных технологий моделирования и обработки результатов;
- о проведении испытаний и определении работоспособности установленного оборудования;
- о нахождении компромисса между различными требованиями (к стоимости, качеству, безопасности и срокам исполнения).

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина «Автоматизированный электропривод» относится к вариативной части (обязательная дисциплина) учебного плана. Изучается в 6 семестре.

3 КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ / ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ И КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА ПО ЗАВЕРШЕНИИ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Перечень компетенций

Изучение дисциплины «Автоматизированный электропривод» направлено на формирование у студентов следующих компетенций:

общефессиональных (ОПК):

- Способен обеспечивать техническое оснащение рабочих мест с размещением технологического оборудования, осваивать вводимое оборудование (ОПК-8);
- Способен принимать участие в работах по расчету и проектированию машин, электроприводов, гидроприводов, средств гидропневмоавтоматики, систем, различных комплексов, процессов, оборудования и производственных объектов, деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования (ОПК-9);
- Способен подготавливать технические задания на разработку проектных решений, разрабатывать эскизные, технические и рабочие проекты машин, электроприводов, гидроприводов, средств гидропневмоавтоматики, систем, различных комплексов, процессов, оборудования и производственных объектов с использованием средств автоматизации проектирования и передового опыта разработки конкурентоспособных изделий, участвовать в рассмотрении различной технической документации, подготавливать необходимые обзоры, отзывы, заключения (ОПК-10);

профессиональных (ПК):

- Способен применять стандартные методы расчета при проектировании машин, электроприводов, гидроприводов, средств гидропневмоавтоматики, систем, различных комплексов, процессов, оборудования и производственных объектов деталей и узлов машиностроения (ПК-12);

- Способен разрабатывать рабочую проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам (ПК-13);

3.2 Перечень результатов образования, формируемых дисциплиной, с указанием уровня их освоения

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать:

- практические приемы и методы размещения технологического оборудования; основные виды размещения технологического оборудования; способы формирования размещения технологического оборудования (ОПК-8);

- практические приемы и методы расчета и проектирования машин; основные виды расчета и проектирования машин; способы расчета и проектирования машин (ОПК-9);

- практические приемы и методы подготовки технических заданий; основные виды подготовки технических заданий; способы формирования подготовки технических заданий (ОПК-10);

- практические приемы и методы стандартных расчетов машин; основные виды стандартных расчетов машин; способы формирования стандартных расчетов машин (ПК-12);

- практические приемы и методы разработки рабочей, проектной и технической документации; основные виды разработки рабочей, проектной и технической документации; способы формирования разработки рабочей, проектной и технической документации (ПК-13);

уметь:

- формулировать задачи размещения технологического оборудования; выбирать методы размещения технологического оборудования; работать со справочной и специальной литературой размещения технологического оборудования (У-ОПК-8)

- формулировать задачи расчета и проектирования машин; выбирать методы расчета и проектирования машин; работать со справочной и специальной литературой расчета и проектирования машин; (У-ОПК-9);

- формулировать задачи подготовки технических заданий; выбирать методы подготовки технических заданий; работать со справочной и специальной литературой подготовки технических заданий; (У-ОПК-10);

- формулировать задачи стандартных расчетов машин; выбирать методы стандартных расчетов машин; работать со справочной и специальной литературой стандартных расчетов машин (У-ПК-12);

- формулировать задачи разработки рабочей, проектной и технической документации; выбирать методы разработки рабочей, проектной и технической документации; работать со справочной и специальной литературой разработки рабочей, проектной и технической документации (У-ПК-13).

владеть:

- опытом размещения технологического оборудования; опытом обеспечения надежности размещения технологического оборудования (В-ОПК-8);

- опытом расчета и проектирования машин; опытом обеспечения надежности расчета и проектирования машин (В-ОПК-9);

- опытом подготовки технических заданий; опытом обеспечения надежности подготовки технических заданий (В-ОПК-10);

- опытом стандартных расчетов машин; опытом обеспечения надежности стандартных расчетов машин (В-ПК-12);

- опытом разработки рабочей, проектной и технической документации; опытом обеспечения надежности разработки рабочей, проектной и технической документации (В-ПК-13).

3.3 Воспитательная работа

Направление/ цели	Создание условий, обеспечивающих	Использование воспитательного потенциала учебных дисциплин
Профессиональный модуль		
Профессиональное воспитание	- формирование чувства личной ответственности за научно-технологическое развитие России, за результаты исследований и их последствия (B17)	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования чувства личной ответственности за достижение лидерства России в ведущих научно-технических секторах и фундаментальных исследованиях, обеспечивающих ее экономическое развитие и внешнюю безопасность, посредством контекстного обучения, обсуждения социальной и практической значимости результатов научных исследований и технологических разработок. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования социальной ответственности ученого за результаты исследований и их последствия, развития исследовательских качеств посредством выполнения учебно-исследовательских заданий, ориентированных на изучение и проверку научных фактов, критический анализ публикаций в профессиональной области, вовлечения в реальные междисциплинарные научно-исследовательские проекты.
	- формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения (B18)	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования у студентов ответственности за свое профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.
	- формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (B19)	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик "Основы научных исследований", «"Учебная практика (научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы))" для: - формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик "Введение в специальность", "Основы научных исследований", "Учебная практика (научно-исследовательская работа

		(получение первичных навыков научно-исследовательской работы)" для: - формирования способности отделять настоящие научные исследования от лженаучных посредством проведения со студентами занятий и регулярных бесед; - формирования критического мышления, умения рассматривать различные исследования с экспертной позиции посредством обсуждения со студентами современных исследований, исторических предпосылок появления тех или иных открытий и теорий.
	- формирование навыков коммуникации, командной работы и лидерства (B20); - формирование способности и стремления следовать в профессии нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения (B21); - формирование творческого инженерного/профессионального мышления, навыков организации коллективной проектной деятельности (B22)	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для развития навыков коммуникации, командной работы и лидерства, творческого инженерного мышления, стремления следовать в профессиональной деятельности нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения, ответственности за принятые решения через подготовку групповых курсовых работ и практических заданий, решение кейсов, прохождение практик и подготовку ВКР. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для: - формирования производственного коллективизма в ходе совместного решения как модельных, так и практических задач, а также путем подкрепление рационально-технологических навыков взаимодействия в проектной деятельности эмоциональным эффектом успешного взаимодействия, ощущением роста общей эффективности при распределении проектных задач в соответствии с сильными компетентностными и эмоциональными свойствами членов проектной группы.
	- формирование культуры информационной безопасности (B23)	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования базовых навыков информационной безопасности через изучение последствий халатного отношения к работе с информационными системами, базами данных (включая персональные данные), приемах и методах злоумышленников, потенциальном уроне пользователям.
	УГНС 15.00.00 «Машиностроение»: - формирование творческого инженерного мышления и стремления к	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля и всех видов практик для: - формирования творческого инженерного мышления и готовности к работе в профессиональной среде через изучение вопросов

	постоянному самосовершенствованию (B31); - формирование культуры решения изобретательских задач (B32)	применения методов программной инженерии в проектировании и создании конкурентноспособной машиностроительной продукции; - формирования умений осуществлять самоанализ, осмысливать собственные профессиональные и личностные возможности для саморазвития и самообразования, в целях постоянного соответствия требованиям к эффективным и прогрессивным специалистам в области создания новых современных образцов технологических машин и комплексов с применением современных компьютерных CAD/CAM/CAE-, PDM- и PLM-систем через содержание дисциплин и практик, акцентирование учебных заданий, групповое решение практических задач, учебных проектов, прохождение практик на конкретных рабочих местах, ознакомление с современными технологиями промышленного производства. 2.Использование воспитательного потенциала профильных дисциплин "Теория решения изобретательских задач", "Решение инженерных задач на ПЭВМ", "Компьютерные технологии в инженерном деле" для формирования культуры решения изобретательских задач, развития логического мышления, путем погружения студентов в научную и инновационную деятельность института и вовлечения в проектную работу.
--	---	---

4 СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц, 72 часа.

№ п/ п	Раздел учебной дисциплин ы	Недели	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)			Текущий контроль успеваемост и (неделя, форма)	Аттестаци я раздела (неделя, форма)	Макс. балл за раздел
			Лекции	Прак. работы	Самост работа			
10 семестр								
1	Раздел 1	1	2	2	8	ИСЗ пункты №1,№2	ИСЗ пункты №3,№4,№ 5	10
		2	-	2				
		3	2	2				
		4	2	-				15
		5	2	2				
		6	-	2				
		7	2	2				
		8	2	-				
		9	2	2				
2	Раздел 2	10	2	-	10	ИСЗ пункты №6,№7	Защита ИСЗ	10
		11	2	2				
		12	-	2				
		13	2	2				15
		14	2	-				
		15	2	2				
		16	-	2				
		17	2	2				
		18	-	2				
Итого			26	28	18	20	30	50
Зачет			-					50
Итого за 6 семестр								100

ИСЗ- индивидуальное семестровое задание

3.3Содержание лекций

Раздел 1. Механика электропривода (ЭП).Регулирование угловой скорости электроприводов. Переходные процессы в электроприводе.

1.1 Механика электропривода (ЭП).

Типы электроприводов и движения осуществляемые ими. Приведение моментов и сил сопротивления, инерционных масс и моментов инерции. Механические характеристики производственных механизмов и электрических двигателей. Установившиеся режимы. Уравнение движения электропривода. Уравнение движения электропривода при переменном моменте инерции, зависящем от угла поворота вала. Время ускорения и замедления привода.

1.2 Механические характеристики электроприводов.

Механические характеристики двигателя постоянного тока независимого возбуждения. Режимы работы: двигательный, идеального холостого хода, короткого замыкания, генераторный последовательно и параллельно с сетью. Механические характеристики двигателя постоянного тока последовательного и смешанного возбуждения. Механические характеристики асинхронного двигателя. Механические характеристики асинхронного двигателя в тормозных режимах. Механическая и угловая характеристики синхронного двигателя.

1.3 Регулирование угловой скорости электроприводов.

Основные показатели регулирования угловой скорости электроприводов. Реостатное и импульсное параметрическое регулирование угловой скорости двигателя постоянного тока независимого возбуждения и асинхронного электропривода. Регулирование угловой скорости двигателя постоянного тока различными методами. Частотное регулирование.

1.4 Автоматическое регулирование угловой скорости и момента электроприводов.

Общие положения. Регуляторы и датчики. Тахогенераторы Система автоматического регулирования угловой скорости с жёсткой отрицательной обратной связью по напряжению.

1.5 Системы автоматического регулирования угловой скорости.

Система автоматического регулирования угловой скорости с жёсткой отрицательной обратной связью по угловой скорости двигателя. Автоматическое регулирование момента электропривода в системе преобразователь-двигатель. Автоматическое регулирование угловой скорости асинхронных электроприводов при помощи тиристорных регуляторов напряжения. Автоматическое регулирование

электроприводов переменного тока с частотным управлением. ЭП транспортного оборудования.

1.6 Переходные процессы в электроприводе.

Общие сведения. Переходные процессы при $L = 0$ и “быстрых” изменениях воздействующего фактора. Переходные процессы при $L=0$ и “медленных” изменениях воздействующего фактора. Переходные процессы при $L \neq 0$.

1.7 Разомкнутые системы автоматического управления. Принципы автоматического управления пуском электродвигателей в разомкнутых релейно-контактных системах. Типовые узлы релейно-контактного управления пуском двигателей постоянного тока при питании от сети. Типовые узлы релейно-контактного управления пуском асинхронных двигателей при питании от сети

1.8 Типовые системы замкнутого управления. Принципы построения замкнутых систем регулируемого электропривода. Системы управления двигателями постоянного тока с тиристорными выпрямителями. Система частотного управления асинхронным двигателем.

Раздел 2. Элементы проектирования электропривода. Нагрузочные диаграммы механизма и двигателя.

2.1 Следящий электропривод. Назначение и классификация следящих приводов. Принцип работы следящего привода непрерывного управления. Программное управление электроприводом.

2.2 Элементы проектирования электропривода. Нагрузочные диаграммы механизма и двигателя. Тепловая модель двигателя. Стандартные режимы. Проверка двигателей по нагреву в продолжительном режиме. Проверка двигателей по нагреву в продолжительном режиме. Проверка двигателей по нагреву в повторно-кратковременном режиме. Оценка энергетической эффективности при неоднаправленных потоках энергии. Потери в установившихся режимах. Потери в переходных режимах. Энергосбережение средствами электропривода.

2.3 Электроприводы и системы управления типовым, технологическим и транспортным оборудованием. Характеристика станков и электроприводов. Системы ЧПУ металлообрабатывающих станков. ЭП станков фрезерной группы.

Шаговый и следящий электроприводы в станках. ЭП станков токарной группы. ЭП металлообрабатывающих центров.

2.4 Электроприводы различного оборудования. ЭП дерево и камнеобрабатывающих станков. ЭП прокатного кузнечно-прессового и штамповочного оборудования. ЭП резательного оборудования.

2.5 Функциональные и принципиальные схемы ЭП. Способы поддержания точности в следящих приводах. Основные тенденции развития ЭП в металлообработке и их элементной базы.

4.2 Тематический план практических работ

1. Расчет параметров электродвигателя с определением момента инерции и угла поворота вала;
2. Исследование характеристик асинхронного двигателя. Определение характеристик;
3. Регулирование угловой скорости двигателя постоянного тока;
4. Изучение характеристик регуляторов и датчиков;
5. Влияние угловой скорости на работу тахогенератора;
6. Применение автоматических регуляторов в подъемных механизмах;
7. Применение автоматических регуляторов в ЭП трамваях, троллейбусах;
8. Программное обеспечение для управления электроприводом;
9. Влияние окружающей среды на тепловой режим двигателя;
10. Обратная связь в системах ЧПУ металлообрабатывающих станков;
11. Изменение Следящих электроприводов и применение в металлообработке

4.3 Самостоятельная работа студентов

Выполнение индивидуального семестрового задания по пунктам:

1. Рассчитать и построить механическую характеристику электродвигателя по пяти точкам.
2. Расчет механической характеристики по формуле Клосса.
3. Расчет электромеханической характеристики.
4. Расчет механической характеристики при понижении напряжения на 25%.

5. Расчет механической характеристики рабочей машины.
6. Построение пусковой нагрузочной диаграммы.
7. Расчет потерь энергии при пуске и реверсе электродвигателя.

5 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Учитывая требования ОС ВО по специальности 15.05.01«Проектирование технологических машин и комплексов», реализация компетентного подхода должна предусматривать использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. Лекционные занятия проводятся с использованием интерактивных технологий. Многие практические занятия реализованы компьютерными технологиями.

Таблица. Интерактивные образовательные технологии, используемые в аудиторных занятиях

Семестр	Вид занятия (Л, ПР, ЛР, ТК)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количе- ство часов
6	Л	Мультимедийные технологии	8
	ПР	Компьютерные технологии	8
Итого:			16

6 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Фонд оценочных средств позволяет оценить знания, умения, навыки и уровень приобретенных компетенций. Фонд оценочных средств по дисциплине включает:

- 6.1 Комплект заданий для текущего контроля успеваемости.
- 6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации.

7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Основная литература

1. Электропривод типовых производственных механизмов : учебник для вузов / Ю. Н. Дементьев, В. М. Завьялов, Н. В. Кояин, Л. С. Удуг. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 403 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-06847-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/564726>
2. Чернышев, А. Ю. Электропривод переменного тока : учебник для вузов / А. Ю. Чернышев, Ю. Н. Дементьев, И. А. Чернышев. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 215 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-06846-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/563451>

7.2 Дополнительная литература

1. Шичков, Л. П. Основы электрического привода : учебник и практикум для вузов / Л. П. Шичков. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 193 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-17322-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/568635>
2. Шичков, Л. П. Электрический привод : учебник и практикум для вузов / Л. П. Шичков. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 355 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-17665-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/562668>

8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для проведения учебных занятий лекционного и семинарского типа, групповые и индивидуальные консультации, текущего контроля, промежуточной аттестации используются учебные аудитории, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения.

Учебные аудитории для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду вуза.

ТТИ НИЯУ МИФИ обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения.

Сведения о наличии оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий представлены на официальном сайте ТТИ НИЯУ МИФИ: <http://tti-mephi.ru/ttimephi/sveden/objects>