

Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Факультет атомной энергетики и технологий
Кафедра «Атомной энергетики»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
по дисциплине «Электрический привод»

Направления подготовки
«27.03.04 Управление в технических системах»

Основная профессиональная образовательная программа
«Управление и информатика в технических системах»

Квалификация выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Цель освоения дисциплины

Подготовка к научно-исследовательской и проектно-конструкторской деятельности, связанной с использованием электрического привода постоянного и переменного тока, а также их систем управления в решении задач профессиональной деятельности.

Задачи профессиональной деятельности ООП ВО, к решению которых готовятся студенты в рамках освоения дисциплины:

- Постановка, проведение и обработка экспериментальных исследований над объектами профессиональной деятельности (Профессиональный стандарт «40.011. Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам»);
- Участие в расчетах и проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием (Профессиональный стандарт «40.178. Специалист в области проектирования автоматизированных систем управления технологическими процессами»).

Место дисциплины в структуре ООП ВО

Для изучения курса «Электрический привод» к студенту предъявляются следующие требования: студент должен знать основные законы электротехники, принципы построения систем управления; стандартные средства автоматизации, измерительной и вычислительной техники; уметь рассчитывать электрические цепи постоянного и переменного тока; владеть базовыми знаниями о типовых технических средствах автоматики и управления; навыками работы в математических редакторах.

Перечень дисциплин, усвоение которых студентами необходимо для изучения данной дисциплины: Математика, Физика, Элементы и устройства автоматики, Электротехника, Моделирование процессов и систем.

Знания, полученные при освоении дисциплины, необходимы при изучении дисциплин «Теория автоматического управления» (5,6 семестр), «Проектирование систем управления и контроля» (7,8 семестр), «Цифровые системы автоматического управления» (7 семестр), «Робототехнические системы и комплексы» (8 семестр), при выполнении выпускной квалификационной работы, а также при прохождении производственной (технологической и преддипломной) практики.

Обобщенные трудовые функции, которые сможет полностью или частично продемонстрировать студент при освоении данной дисциплины:

- Профессиональный стандарт «40.011. Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам» В/02.6. Проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований;
- Профессиональный стандарт «40.178. Специалист в области проектирования автоматизированных систем управления технологическими процессами» А/04.6. Разработка простых узлов, блоков автоматизированных систем управления технологическими процессами.

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

В процессе освоения данной дисциплины у студента формируются следующие компетенции:

профессиональные

Задачи профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
Постановка, проведение и обработка экс-	Системы и средства автоматизации, управления,	ПК-1 Способен осуществлять постановку и вы-	З-ПК-1 Знать: методы исследования систем и элементов систем У-ПК-1 Уметь: систематизировать

периментальных исследований над объектами профессиональной деятельности	контроля, технического диагностирования и информационного обеспечения	полнять эксперименты по проверке корректности и эффективности работы систем управления	полученные данные, составлять описание проводимых исследований, подготавливать данные для составления обзоров и отчетов, обосновывать принимаемые проектные решения, выполнять эксперименты по проверке корректности решений В-ПК-1 Владеть: навыками построения моделей объектов профессиональной деятельности с использованием инструментальных средств, навыками тестирования, отладки и верификации
Участие в расчетах и проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием	Системы и средства автоматизации, управления, контроля, технического диагностирования и информационного обеспечения	ПК-3 Способен осуществлять сбор и анализ данных для расчета, производить расчеты и проектирование отдельных блоков и устройств систем автоматизации и управления.	З-ПК-3 Знать: принципы работы типовых программно-аппаратных комплексов и устройств У-ПК-3 Уметь: осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования систем и средств автоматизации и управления В-ПК-3 Владеть: современными компьютерными средствами автоматизации и управления для проведения проектно-конструкторских изысканий

Задачи воспитания, реализуемые в рамках освоения дисциплины

Направление/цели	Создание условий, обеспечивающих	Использование воспитательного потенциала учебных дисциплин	Вовлечение в разноплановую внеучебную деятельность
Профессиональное воспитание	- формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения (В18)	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.	1. Организация научно-практических конференций, круглых столов, встреч с ведущими специалистами предприятий экономического сектора города по вопросам технологического лидерства России. 2. Участие в подготовке публикаций в высокорейтинговых рецензируемых научных изданиях

Структура и содержание учебной дисциплины

Дисциплина преподается студентам в 5-ом семестре. Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 ак. часов.

Календарный план

№ Р а з д е л а	№ Т е м ы	Наименование раздела (темы) дисциплины	Виды учебной деятельности (в часах)					Аттеста ция раз- дела (форма)	Мак- си маль -ный балл за раз- дел
			Всего	Лекции	Лабораторные	Практические	СРС		
1 раздел: Электропривод постоянного и переменного тока									
1	1	Общие сведения об ЭП.	2	2					
1	2	Механика электроприво- да	8	4		4			
1	3	ЭП с двигателями постое- янного тока	18	6		8/4	4		
1	5	ЭП с двигателями пере- менного тока	32	4		8/4	20	Кл1	30 б.
2 раздел: Системы управления электроприводом									
2	7	Системы управления электроприводом верхне- го уровня	4	4					
2	8	Системы управления ЭП постоянного тока	8	4		4			
2	9	СУ ЭП переменного тока с асинхронными двига- телями	28	4		4	20		
2	10	Адаптивные, следящие и позиционные ЭП.	8	4		4/2		Кл2	30 б.
Вид промежуточной аттестации			108	32		32/10	44	Зачет	40 б.

Кл - коллоквиум

Содержание лекционного курса

Темы лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Всего часов	Учебно- ме- тодическое обеспечение
1	2	3
Тема 1. Общие сведения об ЭП. 1.1 Приводы технических систем. Обобщенная схема привода с разными источниками энергии. 1.2 Сравнительные характеристики наиболее используемых типов приводов. 1.3 Общая структура электропривода 1.4 Классификация электроприводов	2	1-22

Тема 2. Механика электропривода. 2.1 Уравнение механического движения ЭП. 2.2 Механические характеристики электродвигателей 2.3 Механические характеристики производственных механизмов. 2.4 Приведение моментов к одной оси вращения. 2.5 Приведение моментов инерции к одной оси вращения. 2.6 Режимы работы электроприводов: 2.6.1 Нагрев и охлаждение двигателей в ЭП. 2.6.2 Длительный режим работы электропривода. 2.6.3 Кратковременный режим работы электропривода. 2.6.4 Повторно-кратковременный режим работы электропривода.	4	1-22
Тема 3. Электропривод с двигателями постоянного тока 3.1 Основные понятия двигателей постоянного тока. Конструкция. Достоинства и недостатки. Способы возбуждения двигателей постоянного тока. 3.2 Схема включения и статические характеристики двигателя постоянного тока независимого возбуждения: 3.2.1 Схема включения и основные зависимости. 3.2.2 Естественная и искусственные характеристики. 3.2.3 Электромеханическая характеристика. Режимы работы. 3.2.4. Статическая и динамическая характеристики ДПТ НВ. 3.3 Регулирование скорости ДПТ НВ. 3.3.1 Общие положения. 3.3.2 Регулирование скорости ДПТ НВ с помощью резисторов в цепи обмотки якоря. 3.3.3 Регулирование скорости ДПТ НВ изменением напряжения обмотки якоря. 3.3.4 Регулирование скорости ДПТ НВ изменением потока возбуждения. 3.4 Схема включения и статические характеристики двигателя постоянного тока последовательного возбуждения. 3.5 Регулирование скорости ДПТ ПВ. 3.5.1 Регулирование скорости ДПТ ПВ с помощью резисторов в цепи обмотки якоря. 3.5.2 Регулирование скорости ДПТ ПВ изменением напряжения. 3.5.3 Изменение направления вращения ДПТ ПВ 3.6 Переходные процессы в электроприводах с двигателями постоянного тока	6	1-22
Тема 4. Электропривод с двигателями переменного тока. 4.1. Асинхронный двигатель 4.1.1. Схема включения, электромеханические и механические характеристики АД 4.1.3. Динамическая механическая характеристика АД. 4.2 Регулирование скорости АД. 4.2.1. Регулирование скорости АД изменением добавочного активного сопротивления в цепи обмотки ротора. 4.2.2 Асинхронный электропривод с фазовым регулированием угловой скорости. 4.2.3 Системы частотного регулирования угловой скорости короткозамкнутого асинхронного двигателя. 4.2.4. Асинхронный электропривод с частотным регулированием угловой скорости	4	1-22

Тема 5. Системы управления электроприводом верхнего уровня. 5.1 Общая характеристика систем управления ЭП. 5.2 Релейно-контакторные системы управления двигателями. 5.3 Дискретно-логические системы управления.	4	1-22
Тема 6. СУ ЭП постоянного тока 6.1. Система преобразователь - двигатель постоянного тока с токовой отсечкой 6.2. Электромеханические характеристики системы преобразователь - двигатель с токовой отсечкой. 6.3. Система преобразователь - двигатель с отрицательными обратными связями по скорости и току с отсечками 6.4. Электропривод постоянного тока с подчиненным регулированием.	4	1-22
Тема 7. СУ ЭП переменного тока с асинхронными двигателями 7.1 Асинхронные электроприводы с регулированием напряжения обмоток статора 7.2 Структурная схема асинхронного электродвигателя, управляемого по цепи обмоток статора изменением напряжения 7.3 Структурная схема асинхронного электропривода с регулированием напряжения статора 7.4 Система векторного управления асинхронным электроприводом с датчиком скорости.	4	1-22
Тема 8. Адаптивные, следящие и позиционные ЭП. 8.1 Адаптивные системы управления электроприводами. 8.2 Следящие электроприводы 8.3 Позиционные электроприводы.	4	1-22

Перечень практических занятий

Тема практического занятия. Вопросы, отрабатываемые на практическом занятии	Всего часов	Учебно- методическое обеспечение
1	2	3
Расчет мощности и выбор электродвигателей для различных режимов работы	4	24
Расчет характеристик двигателя постоянного тока	4	23
Моделирование двигателя постоянного тока в Simintech	4	11, 27
Расчет характеристик асинхронного двигателя	4	29
Моделирование асинхронного двигателя в Simintech	4	11, 28
Расчет системы управления электроприводом с подчиненным регулированием координат	4	25
Векторная система управления моментом АД	4	11
Моделирование системы позиционирования электропривода в режиме малых перемещений	4	26

Перечень лабораторных работ: учебным планом не предусмотрены

Задания для самостоятельной работы студентов

Вопросы для самостоятельного изучения (задания)	Всего часов	Учебно- методическое обеспечение
1	2	3
Шаговый двигатель. Конструкция, принцип работы, применение.	4	1-22
Определение параметров схемы замещения асинхронного двигателя по справочным данным.	4	1-22
Тиристорные пусковые устройства в электроприводах с асинхронными двигателями.	4	1-22
Преобразователи частоты с непосредственной связью	4	1-22
Автономные инверторы тока. Автономные инверторы напряжения.	4	1-22
Схема включения, особенности конструкции синхронных двигателей. Электромеханические свойства неявнополюсных и явнополюсных синхронных двигателей. Пуск и синхронизация синхронных двигателей. Регулирование скорости синхронных двигателей.	4	1-22
Система преобразователь частоты – асинхронный двигатель с положительной обратной связью по току	4	1-22
Частотное управление асинхронным электроприводом со скалярной IR -компенсацией	4	1-22
Векторное частотное управление асинхронным электроприводом с IR-компенсацией	4	1-22
Частотное управление асинхронным электроприводом с компенсацией момента и скольжения	4	1-22
Система векторного управления асинхронным электроприводом без датчика скорости	4	1-22

Расчетно-графическая работа не предусмотрена учебным планом

Курсовая работа не предусмотрена учебным планом

Образовательные технологии

При реализации учебного материала курса используются различные образовательные технологии, способствующие созданию атмосферы свободной и творческой дискуссии как между преподавателем и студентами, так и в студенческой группе. Целью при этом является выработка у студентов навыков и компетенций, позволяющих самостоятельно вести исследовательскую и научно-педагогическую работу.

Практическая подготовка при реализации учебной дисциплины организуется путем проведения практических занятий, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Практическая подготовка также включает в себя занятия лекционного типа, которые предусматривают передачу учебной информации обучающимся, необходимой для последующего выполнения работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Аудиторные занятия проводятся в виде лекций с использованием ПК и компьютерного проектора, практических занятий, с использованием ПК при проведении расчетов. Самостоятельная работа студентов проводится под руководством преподавателей, с оказанием консультаций и помощи при подготовке к контрольным работам, выполнении домашних заданий.

Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

№ п/п	Наименование контролируемых разделов (темы)	Код и наименование индикатора достижения компетенций	Наименование оценочного средства
Входной контроль			
1	Входной контроль		Вопросы входного контроля (устно)
Аттестация разделов, текущий контроль успеваемости			
2	Электропривод постоянного и переменного тока	З-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, У-ПК-3	Практическая работа 1 Практическая работа 2 Практическая работа 3 Практическая работа 4 Коллоквиум 1 (письменно)
3	Системы управления электроприводом	З-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, У-ПК-3	Практическая работа 5 Практическая работа 6 Практическая работа 7 Практическая работа 8 Коллоквиум 2 (письменно)
Промежуточная аттестация			
4	Зачет	З-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, У-ПК-3	Вопросы к зачету (устно)

Оценочные средства для входного контроля представляют собой вопросы, которые задаются студентам в устной форме.

В качестве оценочного средства текущего контроля используются выполнение практических заданий и устный опрос по результатам их выполнения.

В качестве оценочного средства аттестации разделов используются вопросы коллоквиумов 1 и 2 соответственно, а для промежуточной аттестации предусмотрены теоретические вопросы.

По итогам обучения выставляется зачет.

Вопросы входного контроля

1. Двигатель постоянного тока.
2. Асинхронный двигатель.
3. Переходный процесс.
4. Стандартные типовые звенья САУ.
5. Тиристоры и другие элементы силовой электроники.
6. Сельсинные датчики угла поворота
7. Датчики угловой скорости (тахогенераторы)
8. Трехфазная цепь при соединении потребителей по схеме треугольник и звезда.
9. Закон Ома для активного участка цепи.
10. Понятие синусоидального тока. Определения мгновенного и амплитудного значений. Понятие фазы, начальной фазы, сдвига фаз.

Вопросы коллоквиума №1

Тема «Механика Электропривода»

1. Запишите уравнение движения электропривода. Поясните возможные состояния электропривода на основании уравнения движения.
2. Что такое момент инерции тела вращения?
3. В каких энергетических режимах работает электрическая машина?
4. Что называется механической характеристикой электродвигателя?
5. Дайте определение естественной механической характеристики электродвигателя.
6. Что такое жесткость механической характеристики?
7. Изобразите механические характеристики известных Вам двигателей.
8. Назовите основные типы механических характеристик производственных механизмов.
9. Поясните основные условия статической устойчивости механического движения.
10. С какой целью осуществляется приведение моментов электропривода к одной оси вращения?
11. С какой целью и как осуществляется приведение моментов инерции электропривода к одной оси вращения?
12. В чем отличие расчета приведенного момента сопротивления при реактивной и активной нагрузке?
13. Что такое динамический момент электропривода и когда он проявляется?
14. Как с помощью механической характеристики электродвигателя и производственного механизма определяется установившаяся скорость?

Тема «Электропривод с двигателями постоянного тока»

1. Изобразите схему включения двигателя постоянного тока независимого возбуждения.
2. Назовите основные законы, положенные в основу вывода уравнения механической характеристики двигателя постоянного тока.
3. Назовите основные способы регулирования скорости двигателя постоянного тока независимого возбуждения.
4. Что называется искусственной электромеханической характеристикой двигателя постоянного тока независимого возбуждения?
5. Назовите основные точки, по которым производится анализ искусственных характеристик двигателя постоянного тока независимого возбуждения.
6. Назовите основные способы электрического торможения двигателя постоянного тока независимого возбуждения.
7. Что такое динамическая механическая характеристика двигателя постоянного тока независимого возбуждения и как она строится?
8. При какой температуре приводятся в каталогах параметры двигателя постоянного тока независимого возбуждения?
9. Почему необходимо пересчитать сопротивления двигателя постоянного тока на рабочую температуру?
10. Какими показателями оценивается регулирование скорости?
11. С какой целью регулируют скорость вращения двигателя?
12. Поясните суть и перечислите показатели реостатного регулирования скорости двигателя постоянного тока независимого возбуждения.
13. Поясните суть и перечислите показатели регулирования скорости двигателя постоянного тока независимого возбуждения изменением напряжения обмотки якоря.
14. В каких случаях необходимо регулировать скорости двигателя постоянного тока независимого возбуждения изменением потока возбуждения?
15. Изобразите основную схему включения двигателя постоянного тока последовательного возбуждения.

16. Назовите основные способы регулирования скорости двигателя постоянного тока последовательного возбуждения.
17. Как осуществить реверс двигателя постоянного тока последовательного возбуждения?
18. Что такое переходный процесс в электроприводе?
19. Дайте определение электромеханической постоянной времени двигателя постоянного тока независимого возбуждения.
20. Какие допущения принимаются при исследовании процессов пуска двигателя постоянного тока независимого возбуждения?

Тема «Электропривод с двигателями переменного тока»

1. Изобразите основную схему включения асинхронного двигателя.
2. Что такое схема «замещения асинхронного двигателя» и с какой целью она применяется?
3. Дайте определение механической характеристике асинхронного двигателя.
4. Почему у асинхронного двигателя используют в расчетах два типа электромеханических характеристик?
5. Дайте определение току намагничивания I_0 асинхронного двигателя.
6. В каких энергетических режимах может работать асинхронный двигатель на естественной характеристике?
7. Назовите три характерные точки на механической характеристике асинхронного двигателя.
8. Изменением каких параметров асинхронного двигателя можно регулировать его скорость?
9. Что такое динамическая механическая характеристика асинхронного двигателя?
10. Охарактеризуйте реостатное регулирование скорости асинхронного двигателя.
11. Назовите особенности регулирования скорости асинхронного двигателя изменением фазного напряжения.
12. Как изменяются потери мощности в роторе асинхронного двигателя при фазовом регулировании скорости?
13. Может ли работать асинхронный двигатель на участке механической характеристики с положительной жесткостью?

Студент на коллоквиуме дает ответы на 10 вопросов из приведенного выше перечня. За каждый правильный ответ начисляется 1 балл. Максимально за коллоквиум - 10 баллов.

Шкала оценивания раздела 1

Текущий контроль успеваемости	Аттестация раздела	Максимальный / минимальный балл для аттестации раздела
Практическая работа 1 - 5 баллов Практическая работа 2 – 5 баллов Практическая работа 3 – 5 баллов Практическая работа 4 – 5 баллов	Коллоквиум 1 - 10 б.	25 баллов / 15 баллов

Вопросы коллоквиума №2

1. С какой целью ограничивают ток и момент двигателя постоянного тока при пусках, торможениях, регулировании скорости?
2. Что такое обратная связь?
3. Поясните принцип действия электропривода с токовой отсечкой.
4. Что представляет собой датчик тока в электроприводах постоянного тока?
5. За счет чего можно увеличить точность поддержания заданного параметра в замкнутой системе регулирования?

6. Чем опасно перерегулирование физической величины, например тока, в переходных режимах?
7. С какой целью в электропривод вводят две отрицательные обратные связи по скорости и току?
8. Какие устройства в электроприводах служат датчиками скорости?
9. Почему системы подчиненного регулирования получили преимущественное распространение в электроприводах?
10. Поясните по функциональной схеме принцип действия электропривода, выполненного по принципу подчиненного регулирования.
11. В чем отличие систем с П- и ПИ-регуляторами?
12. Поясните назначение фильтров в электроприводе. Каково назначение фильтра низких частот?
13. Объясните назначение регуляторов в электроприводе. С какой целью в электропривод устанавливают П- или ПИ-регуляторы?
14. Поясните состав и принцип действия линеаризованной структуры двигателя постоянного тока.
15. Какое запаздывание вносят в систему регулирования фильтры и преобразователи?
16. В чем состоит проблема управления асинхронным электроприводом?
17. В чем состоит различие скалярного и векторного управления?
18. Какого диапазона регулирования можно добиться в различных системах асинхронного электропривода?
19. За счет каких обратных связей возможно увеличение жесткости механической характеристики асинхронного частотно-регулируемого электропривода?
20. Дайте сравнительную оценку различным способам стабилизации скорости в асинхронном электроприводе.
21. Какие факторы ограничивают коэффициент положительной обратной связи по току статора асинхронного двигателя?
22. Укажите достоинства и недостатки систем векторного управления асинхронным электроприводом без датчика скорости.
23. Укажите область применения асинхронных электроприводов с фазовым регулированием скорости и отрицательной обратной связью по скорости.
24. Поясните по функциональной схеме принцип действия асинхронного электропривода с фазовым регулированием скорости и отрицательной обратной связью по скорости.
26. Какие законы скалярного частотного регулирования скорости асинхронного электродвигателя применяются на практике?

Студент на коллоквиуме дает ответы на 10 вопросов из приведенного выше перечня. За каждый правильный ответ начисляется 1 балл. Максимально за коллоквиум - 10 баллов.

Шкала оценивания раздела 2

Текущий контроль успеваемости	Аттестация раздела	Максимальный / минимальный балл для аттестации раздела
Практическая работа 5 - 5 баллов Практическая работа 6 – 5 баллов Практическая работа 7 – 5 баллов Практическая работа 8– 5 баллов	Коллоквиум 2 - 10 б.	25 баллов / 15 баллов

Теоретические вопросы на зачет.

1. Общие сведения об ЭП.

2. Приводы технических систем. Обобщенная схема привода с разными источниками энергии.
3. Сравнительные характеристики наиболее используемых типов приводов.
4. Общая структура электропривода
5. Классификация электроприводов
6. Уравнение механического движения ЭП.
7. Механические характеристики электродвигателей
8. Механические характеристики производственных механизмов.
9. Приведение моментов к одной оси вращения.
10. Приведение моментов инерции к одной оси вращения.
11. Нагрев и охлаждение двигателей в ЭП.
12. Длительный режим работы электропривода.
13. Кратковременный режим работы электропривода.
14. Повторно-кратковременный режим работы электропривода.
15. Основные понятия двигателей постоянного тока. Конструкция. Достоинства и недостатки. Способы возбуждения двигателей постоянного тока.
16. Схема включения и статические характеристики двигателя постоянного тока независимого возбуждения. (Схема включения и основные зависимости. Естественная и искусственные характеристики. Электромеханическая характеристика. Режимы работы.
17. Статическая и динамическая характеристики ДПТ НВ.
18. Регулирование скорости ДПТ НВ. Общие положения
19. Регулирование скорости ДПТ НВ с помощью резисторов в цепи обмотки якоря
20. Регулирование скорости ДПТ НВ изменением напряжения обмотки якоря
21. Регулирование скорости ДПТ НВ изменением потока возбуждения
22. Схема включения и статические характеристики ДПТ ПВ
23. Регулирование скорости ДПТ ПВ с помощью резисторов в цепи обмотки якоря
24. Регулирование скорости ДПТ ПВ изменением напряжения
25. Изменение направления вращения ДПТ ПВ
26. Переходные процессы в электроприводах с двигателями постоянного тока
27. Асинхронный двигатель. Схема включения, электромеханические и механические характеристики асинхронных двигателей
28. Динамическая механическая характеристика асинхронного двигателя.
29. Регулирование скорости асинхронного двигателя изменением добавочного активного сопротивления в цепи обмотки ротора.
30. Асинхронный электропривод с фазовым регулированием угловой скорости.
31. Системы частотного регулирования угловой скорости короткозамкнутого асинхронного двигателя.
32. Асинхронный электропривод с частотным регулированием угловой скорости
33. Общая характеристика систем управления ЭП.
34. Релейно-контакторные системы управления двигателями.
35. Дискретно-логические системы управления.
36. Система преобразователь - двигатель постоянного тока с токовой отсечкой
37. Электромеханические характеристики системы преобразователь - двигатель с токовой отсечкой.
38. Система преобразователь - двигатель с отрицательными обратными связями по скорости и току с отсечками
39. Электропривод постоянного тока с подчиненным регулированием.
40. Асинхронные электроприводы с регулированием напряжения обмоток статора
41. Структурная схема асинхронного электродвигателя, управляемого по цепи обмоток статора изменением напряжения
42. Структурная схема асинхронного электропривода с регулированием напряжения статора
43. Система векторного управления асинхронным электроприводом с датчиком скорости.

44. Адаптивные системы управления электроприводами.

45. Следящие электроприводы

46. Позиционные электроприводы.

Зачет проводится в устной форме, путем ответа на 2 вопроса из вышеприведенного перечня вопросов. При этом оценивается правильность и полнота ответа. Максимальный балл за зачет – 40 баллов (20 баллов за каждый вопрос).

Шкалы оценки образовательных достижений

Баллы (итоговой рейтинговой оценки)	Оценка (балл за ответ на зачете)	Требования к знаниям
60-100	<i>«зачтено» 24 - 40 баллов</i>	<ul style="list-style-type: none">– Оценка «зачтено» выставляется студенту, если он имеет знания основного материала, если он прочно усвоил программный материал, последовательно, четко и логически стройно его излагает его на зачете, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения, умеет тесно увязывать теорию с практикой– Учебные достижения в семестровый период и результатами рубежного контроля демонстрируют достаточную степень овладения программным материалом.
0-59	<i>«не зачтено» 0 - 24 баллов</i>	<ul style="list-style-type: none">– Оценка «не зачтено» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «не зачтено» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.– Учебные достижения в семестровый период и результатами рубежного контроля демонстрировали не высокую степень овладения программным материалом по минимальной планке.

Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

Основная литература:

1. Епифанов, А. П. Электрические машины: учебник / А. П. Епифанов, Г. А. Епифанов. — Санкт-Петербург: Лань, 2017. — 300 с. — URL: <https://e.lanbook.com/book/95139>.
2. Фролов, Ю. М. Регулируемый асинхронный электропривод: учебное пособие / Ю. М. Фролов, В. П. Шелякин. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2018. — 464 с — URL: <https://e.lanbook.com/book/102251>.
3. Фурсов, В. Б. Моделирование электропривода: учебное пособие / В. Б. Фурсов. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург: Лань, 2019. — 220 с.— URL: <https://e.lanbook.com/book/121467>.

Дополнительная литература:

4. Авилов, В. Д. Расчет асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором: учебное пособие / В. Д. Авилов, Л. Е. Серкова. — 3-е изд., с измен. — Омск : ОмГУПС, 2014. — 94 с.— URL: <https://e.lanbook.com/book/129466>.

5. Аносов, В. Н. Векторное управление асинхронными электроприводами на основе прогнозирующих моделей : учебное пособие / В. Н. Аносов, А. А. Диаб, Д. А. Котин. — Новосибирск: НГТУ, 2017. — 175 с. — URL: <https://e.lanbook.com/book/118082>.
6. Ванурин, В. Н. Электрические машины: учебник / В. Н. Ванурин. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 304 с.— URL: <https://e.lanbook.com/book/72974>.
7. Епифанов, А. П. Электропривод: учебник / А. П. Епифанов, Л. М. Малайчук, А. Г. Гущинский. — Санкт-Петербург: Лань, 2012. — 400 с. — URL: <https://e.lanbook.com/book/3812>
8. Ионов, А. А. Основы электропривода технологических установок: учебное пособие / А. А. Ионов. — Самара: СамГУПС, 2017. — 103 с. — URL: <https://e.lanbook.com/book/130440>.
9. Ионов, А. А. Основы электропривода технологических установок: учебное пособие / А. А. Ионов. — Самара: СамГУПС, 2017. — 119 с. — URL: <https://e.lanbook.com/book/130441>.
10. Ионов, А. А. Электрические машины: задачник : учебное пособие / А. А. Ионов. — Самара: СамГУПС, 2019. — 115 с. — URL: <https://e.lanbook.com/book/145823>.
11. Калачёв, Ю. Н. SimInTech: моделирование в электроприводе / Ю. Н. Калачёв. — Москва: ДМК Пресс, 2019. — 98 с. — URL: <https://e.lanbook.com/book/123713>.
12. Кучер, Е. С. Адаптивные алгоритмы бездатчикового управления асинхронными электроприводами: учебное пособие / Е. С. Кучер, Д. А. Котин. — Новосибирск: НГТУ, 2017. — 152 с. — URL: <https://e.lanbook.com/book/118151>.
13. Микропроцессорные системы управления электроприводами и технологическими комплексами: учебное пособие / Г. М. Симаков, А. М. Бородин, Д. А. Котин, Ю. В. Панкрац. — Новосибирск: НГТУ, 2016. — 116 с. — URL: <https://e.lanbook.com/book/118247>.
14. Никитенко, Г. В. Электропривод производственных механизмов: учебное пособие / Г. В. Никитенко. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург: Лань, 2013. — 224 с. — URL: <https://e.lanbook.com/book/5845>.
15. Никитин, В. В. Основы электропривода технологических установок: учебное пособие / В. В. Никитин, Е. Г. Середа. — Санкт-Петербург: ПГУПС, 2016. — 70 с.. — URL: <https://e.lanbook.com/book/91111>.
16. Пашков, Е. В. Следящие приводы промышленного технологического оборудования: учебное пособие / Е. В. Пашков, В. А. Крамарь, А. А. Кабанов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2015. — 368 с. — URL: <https://e.lanbook.com/book/61367>.
17. Симаков, Г. М. Системы расчета автоматизированного электропривода: учебное пособие / Г. М. Симаков, Ю. В. Панкрац, Д. А. Котин. — Новосибирск: НГТУ, 2019. — 147 с.. — URL: <https://e.lanbook.com/book/152190>.
18. Симаков, Г. М. Специальные разделы теории электропривода: учебное пособие / Г. М. Симаков, Ю. П. Филюшов. — Новосибирск: НГТУ, 2020. — 124 с.— URL: <https://e.lanbook.com/book/152167>.
19. Сысенко, В. Т. Автоматизированный электропривод: учебно-методическое пособие / В. Т. Сысенко. — Новосибирск: НГТУ, 2019. — 52 с.— URL: <https://e.lanbook.com/book/152161>.
20. Фролов, Ю. М. Проектирование электропривода промышленных механизмов: учебное пособие / Ю. М. Фролов, В. П. Шелякин. — Санкт-Петербург: Лань, 2014. — 448 с.— URL: <https://e.lanbook.com/book/44766>.

21. Фролов, Ю. М. Сборник задач и примеров решений по электрическому приводу: учебное пособие / Ю. М. Фролов, В. П. Шелякин. — Санкт-Петербург: Лань, 2012. — 368 с. — URL: <https://e.lanbook.com/book/3185>.

22. Шевченко, А. Ф. Проектирование асинхронных двигателей: учебное пособие / А. Ф. Шевченко, Л. Г. Шевченко. — Новосибирск : НГТУ, 2020. — 122 с. — URL: <https://e.lanbook.com/book/152197>.

Методические указания:

23. Мефедова Ю.А. Расчет характеристик двигателя постоянного тока / Ю.А.Мефедова. — Балаково: БИТТУ, СГТУ – 2014, - 16с.

24. Мефедова Ю.А. Расчет мощности и выбор электродвигателей для различных режимов работы / Ю.А.Мефедова. — Балаково: БИТТУ, СГТУ – 2015, - 20с.

25. Мефедова Ю.А. Расчет системы управления электроприводом с подчиненным регулированием координат / Ю.А.Мефедова. — Балаково: БИТТУ, СГТУ – 2015, - 16с.

26. Мефедова Ю.А. Моделирование системы управления позиционированием электропривода в режиме малых перемещений / Ю.А.Мефедова. — Балаково: БИТТУ, СГТУ – 2015, - 16с.

27. Мефедова Ю.А. Исследование двигателя постоянного тока / Ю.А.Мефедова. — Балаково: БИТТУ, СГТУ – 2013, - 20с.

28. Мефедова Ю.А. Исследование асинхронного двигателя / Ю.А.Мефедова. — Балаково: БИТТУ, СГТУ – 2013, - 20с.

29. Мефедова Ю.А. Расчет характеристик двигателя постоянного тока и асинхронного двигателя / Ю.А.Мефедова. — Балаково: БИТТУ, СГТУ – 2013, - 20с.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. «*Mathcad*»;

2. «*Simintech*»;

3. <https://www.energoportal.ru/> специализированный интернет-портал по электрооборудованию и электротехнике.

4. https://help.simintech.ru/#o_simintech/o_simintech.html - справочная система SimInTech.

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Лекционные занятия проводятся в специализированных аудиториях, оснащенных мультимедийным оборудованием.

Практические занятия проводятся в аудиториях, оснащенных компьютерами - в компьютерном классе.

Для изучения дисциплины используются электронные библиотеки:

- электронно-библиотечная система НИЯУ МИФИ (свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2012620735 от 01.08.2012 г.) без ограничения количества пользователей и без ограничения срока использования ресурсов;

- электронно-библиотечная система «Консультант студента» (общество с ограниченной ответственностью «Политехресурс»). Договор № 12-21-910 от 16.07.2021 г. на предоставление доступа к электронной библиотеке к комплектам «Медицина. Здравоохранение. Базовая лекция», «Книги издательства «Феникс», «Издательский дом МЭМИ», «Книги издательства «Проспект»: «Иностранные языки»... по 31.08.2022 г.;

- электронно-библиотечная система «Айбукс» (договор № 09-21-910 от 02.07.2021 г.) на предоставление доступа по 31.08.2022 г.;

- электронно-библиотечная система «Лань» (договор № 10-21-910 от 16.07.2021 г. только на книги издательства «Лань») на предоставление доступа по 31.08.2022 г.;

- электронно-библиотечная система «Лань» (договор № 11-21-910 от 16.07.2021 г. на книги других издательств-партнёров издательства «Лань») на предоставление доступа по 31.08.2022 г.;
- электронно-библиотечная система «ЮРАЙТ» (договор № 13-21-910 от 30.08.2021 г.) на предоставление доступа по 31.08.2022 г.;
- электронно-библиотечная система «Консультант врача» (договор № 590КВ/05-2021 от 01.06.2021 г.) на предоставление доступа по 06.08. 2022 г.;
- электронно-библиотечная система «BOOK.ru» (договор № 56 от 21.06.2021 г.) на предоставление доступа по 31.08.2022 г.;
- научная электронная библиотека «elibrary» (договор № SU-353/2022 от 14.12.2021 г.) на предоставление доступа по 31.12. 2022 г.
- международный онлайн ресурс ProQuest (договор № 19-21-910 от 18.10.2021 г.) на предоставление доступа по 30.11. 2022 г.

Учебно-методические рекомендации для студентов

1. Указания для прослушивания лекций

Перед началом занятий внимательно ознакомиться с учебным планом проведения лекций и списком рекомендованной литературы.

Перед посещением очередной лекции освежить в памяти основные концепции пройденного ранее материала. Подготовить при необходимости вопросы преподавателю. Не надо опасаться, что вопросы могут быть простыми.

На лекции основное внимание следует уделять не формулам и математическим выкладкам, а содержанию изучаемых вопросов, определениям и постановкам задач.

В процессе изучения лекционного курса необходимо по возможности часто возвращаться к основным понятиям и методам решения задач (здесь возможен выборочный контроль знаний студентов).

Желательно использовать конспекты лекций, в которых используется принятая преподавателем система обозначений.

Для более подробного изучения курса следует работать с рекомендованными литературными источниками и вновь появляющимися источниками.

2. Указания для участия в практических занятиях

Перед посещением уяснить тему практического занятия и самостоятельно изучить теоретические вопросы.

В конце занятия при необходимости выяснить у преподавателя неясные вопросы.

Основные результаты выполнения работы необходимо распечатать.

3. Самостоятельная работа студентов обычно складывается из нескольких составляющих:

- работа с текстами: учебниками, историческими первоисточниками, дополнительной литературой, в том числе материалами интернета, а также проработка конспектов лекций;
- написание докладов, рефератов;
- подготовка к практическим занятиям;
- подготовка к зачету непосредственно перед ним.

Таким образом, самостоятельная работа студентов является необходимым компонентом получения полноценного высшего образования.

Методические рекомендации для преподавателей

1. Указания для проведения лекций

На первой вводной лекции сделать общий обзор содержания курса и отметить новые ме-

тоды и подходы к решению задач, рассматриваемых в курсе, довести до студентов требования кафедры, ответить на вопросы.

При подготовке к лекционным занятиям необходимо продумать план его проведения, содержание вступительной, основной и заключительной части лекции, ознакомиться с новинками учебной и методической литературы, публикациями периодической печати по теме лекционного занятия. Уточнить план проведения практического занятия по теме лекции. Перед изложением текущего лекционного материала напомнить об основных итогах, достигнутых на предыдущих лекциях. С этой целью задать несколько вопросов аудитории и осуществить выборочный контроль знания студентов.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия. Раскрывая содержание учебных вопросов, акцентировать внимание студентов на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Раскрывать сущность и содержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов.

Следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам. Приводить примеры. Задавать по ходу изложения лекционного материала риторические вопросы и самому давать на них ответ. Это способствует активизации мыслительной деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель должен руководить работой студентов по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы, особо выделяя, категориальный аппарат. В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Объявить план очередного практического занятия, дать краткие рекомендации по подготовке студентов к занятию. Определить место и время консультации студентам, пожелавшим выступить с докладами и рефератами.

На последней лекции уделить время для обзора наиболее важных положений, рассмотренных в курсе.

2. Указания для проведения практических занятий

Четко обозначить тему практической работы.

Обсудить основные понятия, связанные с темой работы.

В процессе решения задач вести дискуссию со студентами о правильности применения теоретических знаний.

Отмечать студентов, наиболее активно участвующих в решении задач и дискуссиях.

В конце занятия задать аудитории несколько контрольных вопросов, проконтролировать ход выполнения практической работы.

3. Указания по контролю самостоятельной работы студентов

По усмотрению преподавателя задание на самостоятельную работу может быть индивидуальным или фронтальным.

При использовании индивидуальных заданий требовать от студента письменный отчет о проделанной работе.

При применении фронтальных заданий вести коллективные обсуждения со студентами основных теоретических положений.

С целью контроля качества выполнения самостоятельной работы требовать индивидуальные отчеты (допустимо вместо письменного отчета применять индивидуальные контрольные вопросы).

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС НИЯУ МИФИ и учебным планом основной образовательной программы по направлению подготовки 27.03.04 Управление в технических системах

Рабочую программу составил *доцент*

Мefeldова Ю.А.

Рецензент:

доцент, Грицюк С.Н.

Программа одобрена на заседании УМКН 27.03.04 Управление в технических системах от 31.08.2021 года, протокол №1.

Председатель учебно-методической комиссии

Мefeldова Ю.А.