

**Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»
в г. Смоленске**

УТВЕРЖДАЮ
Зам. директора
филиала ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»
в г. Смоленске
по учебно-методической работе
В.В. Рожков
2016 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ЭЛЕКТРОПРИВОДЫ РОБОТОВ И МАНИПУЛЯТОРОВ**

Направление подготовки: **13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**

Профиль подготовки: **Робототехника в электромеханических системах**

Уровень высшего образования: **бакалавриат**

Нормативный срок обучения: **4 года**

Форма обучения: **очная**

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Целью освоения дисциплины «Электроприводы роботов и манипуляторов» является подготовка обучающихся по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» профиля «Робототехника в электромеханических системах» посредством обеспечения этапов формирования компетенций, предусмотренных ФГОС, в части представленных ниже знаний, умений и навыков.

Задачами дисциплины является изучение понятийного аппарата дисциплины, основных теоретических положений и методов, привитие навыков применения теоретических знаний для решения практических задач.

Дисциплина направлена на формирование следующих профессиональных компетенций:

- ПК-5 «готовностью определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности»;
- ПК-7 «готовностью обеспечить требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике».

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

- основные понятия робототехники, устройство роботов и манипуляторов, принципы проектирования, конструирования и управления робототехническими системами в соответствии с требованиями технологического процесса (ПК-5 и ПК-7);
- основные параметры электродвигателей для приводов роботов (ПК-5);
- особенности электромеханических процессов в электроприводах роботов и манипуляторов (ПК-7).

Уметь:

- производить сравнительную оценку и выбирать модели роботов для решения конкретных практических задач (ПК-5);
- разрабатывать математические модели, производить расчёт параметров и анализ качества процессов в контурах регулирования координат привода (ПК-7).

Владеть:

- навыками выбора приводов и расчета основных элементов роботов и манипуляторов (ПК-5);
- методами расчёта параметров для настроек регуляторов координат приводов роботов и манипуляторов (ПК-7).

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к вариативной части дисциплин по выбору В.ДВ.6.1 цикла Б1 образовательной программы по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

В соответствии с учебным планом по направлению бакалавриата 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» профиля «Робототехника в электромеханических системах» дисциплина «Электроприводы роботов и манипуляторов» базируется на следующих дисциплинах:

Б1.Б.11 Электрические машины.

Б1.Б.17 Информационно-измерительная техника.

Б1.В.ОД.9 Теория автоматического управления.

Б1.В.ОД.11 Электрический привод.

Б1.В.ОД.12 Цифровые датчики в позиционных и следящих системах.

Б1.В.ДВ.3.1 Микропроцессорная техника в робототехнике.

Знания, умения и навыки, полученные студентами в процессе изучения дисциплины, являются базой для изучения следующих дисциплин:

- Б1.В.ДВ.4.1 Компьютерное управление в робототехнических системах.
- Б1.В.ДВ.4.2 Сервоконтроллеры роботов и манипуляторов
- Б1.В.ДВ.2.1 Цифровые системы управления роботами и манипуляторами.
- Б1.В.ДВ.7.1 Мехатронные узлы.
- Б1.В.ДВ.7.2 Прочностные расчёты в задачах робототехники.
- Б1.В.ДВ.8.1 Моделирование механики и рабочих зон роботов и манипуляторов.
- Б1.В.ДВ.8.2 3-D моделирование в робототехнике.

Б2.П.1 Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности.

3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Аудиторная работа

Цикл:	Б1	Семестр
Часть цикла:	вариативная	
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.В.ДВ.6.1	
Часов (всего) по учебному плану:	288	7 семестр
Трудоемкость в зачетных единицах (ЗЕТ)	8	7 семестр
Лекции (ЗЕТ, часов)	1.5, 54	7 семестр
Практические занятия (ЗЕТ, часов)	1.0, 36	7 семестр
Лабораторные работы (ЗЕТ, часов)	0.5, 18	7 семестр
Курсовая работа	0.5, 18	7 семестр
Объем самостоятельной работы по учебному плану (ЗЕТ, часов всего)	3.25, 117	7 семестр
Экзамен (ЗЕТ, часов)	1.25, 45	7 семестр

Самостоятельная работа студентов

Вид работ	Трудоёмкость, ЗЕТ, час
Изучение материалов лекций (лк)	0.75, 27
Подготовка к практическим занятиям (пз)	1.0, 36
Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы (лаб)	0.5, 18
Выполнение расчетно-графической работы (реферата)	-
Выполнение курсового проекта (работы)	1.0, 36
Самостоятельное изучение дополнительных материалов дисциплины (срс)	-
Подготовка к контрольным работам	-
Подготовка к тестированию	-
Подготовка к зачету (в объеме часов СРС)	-
Всего:	3.25, 117
Подготовка к экзамену	1.25, 45

4. Содержание дисциплины, структурированное по темам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

№ п/п	Темы дисциплины	Всего часов на тему	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость (в часах)					
			лк	пр	лаб	кр	СРС	в т.ч. интеракт.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Тема 1. Типовые кинематические схемы и электроприводы	36	12	6			18	
2	Тема 2. Выбор типа электропривода	16	4	4			8	
3	Тема 3. Способы и средства управления роботов и манипуляторов	20	8	2			10	
4	Тема 4. Системы автоматического управление позиционных и следящих электроприводов	102	20	20	8		54	
5	Современные системы управления роботов и манипуляторов	51	10	4	10		27	
6	Выполнение курсового проекта (работы)	18				18		
Всего часов по видам учебных занятий (включая 45 часов на подготовку к экзамену)		288	54	36	18	18	117	

Содержание по видам учебных занятий

Тема 1. Типовые кинематические схемы и электроприводы

Лекция 1. Основные технические показатели промышленных роботов и манипуляторов. Современные концепции автоматизации производства. Структура и классификация промышленных роботов и манипуляторов (2 часа).

Лекция 2. Место промышленных роботов в автоматизированном производстве. Технические показатели промышленных роботов. Требования к приводам (2 часа).

Лекция 3. Гидравлические приводы. Пневматические приводы. Электрические приводы. Сравнение гидро-, пневмо- и электроприводов роботов и манипуляторов (2 часа).

Лекция 4. Типовые кинематические схемы. Основные компоновочные решения. Рабочие органы манипуляторов. Сенсорные системы (2 часа).

Лекция 5. Математическое описание механической системы манипуляторов. Взаимное влияние степеней подвижности манипуляторов. Математическое описание манипулятора совместно с приводами (2 часа).

Лекция 6. Кинематические уравнения. Прямая и обратная задачи кинематики. Прямая и обратная задачи динамики(2 часа) .

Практическое занятие 1. Изучение устройства роботов, его типовых кинематических схем и захватных устройств (2 часа).

Практическое занятие 2. Основные принципы организации движения роботов в различных системах координат. Схема пересчёта координат(2 часа) .

Практическое занятие 3. Описание динамики манипуляционных систем с помощью уравнения Лагранжа второго порядка (2 часа).

Самостоятельная работа 1. Проработка лекционного материала (6 часов).–Подготовка к практическим занятиям 1-3 (6 часов). Выполнение курсовой работы на тему «Электропривод степени подвижности робота-манипулятора» (6 часов). (Всего по теме 1 – 18 часов.)

Текущий контроль – устный опрос по теме практического занятия и по выполнению курсовой работы.

Тема 2. Выбор типа электропривода

Лекция 7. Специальные высокомоментные и малоинерционные электродвигатели, передаточные механизмы (2 часа).

Лекция 8. Расчет и выбор мощности, перегрузочной способности двигателей и оптимального передаточного числа редукторов (2 часа).

Практическое занятие 4. Расчёт мощности и выбор двигателя из серии специальных высокомоментных и малоинерционных машин (2 часа).

Практическое занятие 5. Расчёт оптимального передаточного числа редукторов, выбор их типа (2 часа).

Самостоятельная работа 2. Проработка лекционного материала (2 часа). Подготовка к практическим занятиям 4 и 5 (4 часа). Выполнение курсовой работы на тему «Электропривод степени подвижности робота-манипулятора» (2 часа). (Всего по теме 2 – 8 часов).

Текущий контроль – устный опрос по темам практических занятий, по выполнению курсовой работы.

Тема 3. Способы и средства управления роботов и манипуляторов

Лекция 9. Общие принципы построения и классификация систем управления движением роботов (2 часа).

Лекция 10. Отличительные особенности позиционных, контурных и комбинированных систем управления (2 часа).

Лекция 11. Планирование управляющих воздействий на следящие электроприводы роботов при контурном управлении движением объекта манипулирования (2 часа).

Лекция 12. Измерительные устройства и датчики следящих систем (2 часа).

Практическое занятие 6. Изучение особенностей позиционных, контурных и комбинированных систем управления (2 часа).

Самостоятельная работа 3. Проработка лекционного материала (4 часа). Выполнение курсовой работы на тему «Электропривод степени подвижности робота-манипулятора» (4 часа). (Всего по теме 3 – 10 часов).

Текущий контроль – устный опрос по темам практических занятий, при проведении допуска и защите лабораторных работ, по выполнению курсовой работы.

Тема 4. Системы автоматического управление позиционных и следящих электроприводов

Лекция 13. Общая характеристика позиционных и следящих электроприводов и их систем управления. Элементарная теория следящих систем автоматического управления электроприводов (2 часа).

Лекция 14. Влияние различных обратных связей в следящих системах автоматического управления электроприводов: по первой производной выходной величины; по второй производной выходной величины (2 часа).

Лекция 15. Управление следящей системы по производной и интегралу от ошибки; узлы, обеспечивающие такое регулирование (2 часа).

Лекция 16. Применение компенсирующей обратной связи по возмущающему воздействию; узел корректировки компенсирующей обратной связи по возмущающему воздействию (2 часа).

Лекция 17. Основные уравнения и показатели, характеризующие работу непрерывных следящих систем электропривода. Статические и динамические режимы работы типовых следящих электроприводов. ПД- и ПИД-регулирование (2 часа).

Лекция 18 Следящая система с безынерционным преобразователем, различными обратными связями и одним упругим звеном (2 часа).

Лекция 19 Синтез линейной следящей системы управления непрерывного действия с помощью ЛЧХ (2 часа).

Лекция 20. Синтез линейной следящей системы непрерывного действия с помощью метода модального управления (2 часа).

Лекция 21. Синтез линейной следящей системы непрерывного действия с помощью метода подчиненного регулирования координат (2 часа).

Лекция 22. Нелинейные следящие электроприводы релейного действия; узлы таких систем; определение возможности возникновения автоколебаний (2 часа).

Практическое занятие 7. Составление структурной схемы и расчёт параметров следящей системы автоматического управления электроприводов с обратной связью по первой производной выходной величины (2 часа).

Практическое занятие 8. Составление структурной схемы и расчёт параметров следящей системы автоматического управления электроприводов с обратной связью по второй производной выходной величины (2 часа).

Практическое занятие 9. Составление структурной схемы и расчёт параметров следящей системы с управлением по производной от ошибки (2 часа).

Практическое занятие 10. Составление структурной схемы и расчёт параметров следящей системы с управлением по интегралу от ошибки (2 часа).

Практическое занятие 11. Составление структурной схемы и расчёт параметров следящей системы с компенсирующей обратной связью по возмущающему воздействию (2 часа).

Практическое занятие 12. Применение метода ЛЧХ для синтеза линейного следящего электропривода непрерывного действия (2 часа).

Практическое занятие 13. Метод модального управления: порядок разработки модального регулятора (2 часа).

Практическое занятие 14. Использование метода модального управления для синтеза линейного следящего электропривода непрерывного действия (2 часа).

Практическое занятие 15. Применение метода подчиненного регулирования координат для синтеза линейного следящего электропривода непрерывного действия (2 часа).

Практическое занятие 16. Метод гармонического баланса для определения возможности возникновения автоколебаний в следящем электроприводе релейного действия (2 часа).

Лабораторная работа «Исследование системы тиристорный преобразователь-двигатель с модальным управлением» (4 часа).

Лабораторная работа «Исследование систем стабилизации координат в тиристорном электроприводе постоянного тока с подчиненным регулированием координат» (4 часа).

Самостоятельная работа 4. Проработка лекционного материала (10 часов). Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ «Исследование системы тиристорный преобразователь-двигатель с модальным управлением» и «Исследование систем стабилизации координат в тиристорном электроприводе постоянного тока с подчиненным регулированием координат» (изучение методических указаний и лекций) (8 часов).-Подготовка к практическим занятиям 7-16 (20 часов). Выполнение курсовой работы на тему «Электропривод степени подвижности робота-манипулятора» (16 часов). (Всего по теме 4 – 54 часа).

Текущий контроль – устный опрос по темам практических занятий, при проведении допуска и защите лабораторных работ, по выполнению и защите курсовой работы.

Тема 5. Современные системы управления роботов и манипуляторов

Лекция 23. Информационное обеспечение промышленных роторов. Виды информационных систем. Системы контактной и дистанционной информации. Системы внутренней информации и обеспечения безопасности (2 часа).

Лекция 24. Адаптация в робототехнике. Управление адаптивными роботами. Адаптивные роботы в машиностроении (2 часа).

Лекция 25. Искусственный интеллект и его элементы в робототехнике: применение нечетких регуляторов, искусственных нейронных сетей. Управление роботами с элементами искусственного интеллекта (2 часа).

Лекция 26. Системы и способы программного управления. Типы систем управления промышленными роботами. Уровни языков программирования роботов (2 часа).

Лекция 27. Перспективы развития электропривода и систем управления промышленных роботов и манипуляторов. Модульный принцип построения. Развитие искусственного интеллекта (2 часа).

Практическое занятие 17. Функциональная схема адаптивных САУЭП. Понятие и принцип действия беспоисковых и поисковых адаптивных систем управления (2 часа).

Практическое занятие 18. Схемы включения микроконтроллера в контур управления промышленного робота (2 часа).

Лабораторная работа. «Исследование систем электропривода программного управления на бесконтактных логических элементах» (4 часа).

Лабораторная работа. «Настройка робота-манипулятора с цилиндрической зоной обслуживания PASKAL OMEGA 1-3X(H)-USB» (6 часов).

Самостоятельная работа 5. Проработка лекционного материала (5 часов). Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ «Исследование систем электропривода программного управления на бесконтактных логических элементах» и «Настройка робота-манипулятора с цилиндрической зоной обслуживания PASKAL OMEGA 1-3X(H)-USB» (изучение методических указаний и лекций) (10 часов).-Подготовка к практическим занятиям №17 и №18 (4 часа). Выполнение курсовой работы на тему «Электропривод степени подвижности робота-манипулятора» (8 часов). (Всего по теме 4 – 27 часов.)

Текущий контроль – устный опрос по темам практических занятий, при проведении допуска и защите лабораторных работ, по выполнению и защите курсовой работы.

Лабораторные работы (в количестве 18 часов) выполняются бригадным методом и защищаются в индивидуальном порядке.

На практических занятиях (36 часов) в диалоговом режиме преподаватель-студент, студент-студент обсуждается материал, который предварительно прорабатывается самостоятельно по соответствующей теме, делаются необходимые расчёты; в конце занятий формулируются итоговые выводы.

Промежуточная аттестация по дисциплине: экзамен.

Изучение дисциплины заканчивается экзаменом. Экзамен проводится в соответствии с Положением о зачетной и экзаменационной сессиях в НИУ МЭИ и инструктивным письмом от 14.05.2012 г. № И-23.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Для обеспечения самостоятельной работы разработано:

- демонстрационные слайды лекций по дисциплине;
- методические указания к лабораторным работам;

- методические указания к практическим занятиям;
- методические указания к самостоятельной работе (Приложение к РПД).

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования

При освоении дисциплины формируются следующие компетенции: ПК-5 и ПК-7.

Указанные компетенции формируются в соответствии со следующими этапами:

1. Формирование и развитие теоретических знаний, предусмотренных указанными компетенциями (лекционные занятия, самостоятельная работа студентов).
2. Приобретение и развитие практических умений, предусмотренных компетенциями (практические занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа студентов).
3. Закрепление теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенциями, в ходе защит лабораторных работ, курсовой работы, а также решения конкретных технических задач на практических занятиях, успешной сдачи экзамена.

6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описания шкал оценивания

Сформированность компетенции в рамках освоения данной дисциплины оценивается по трехуровневой шкале:

- пороговый уровень является обязательным для всех обучающихся по завершении освоения дисциплины;
- продвинутый уровень характеризуется превышением минимальных характеристик сформированности компетенции по завершении освоения дисциплины;
- эталонный уровень характеризуется максимально возможной выраженностью компетенции и является важным качественным ориентиром для самосовершенствования.

При достаточном качестве освоения более 80% приведенных знаний, умений и навыков преподаватель оценивает освоение данной компетенции в рамках настоящей дисциплины на эталонном уровне, при освоении более 60% приведенных знаний, умений и навыков – на продвинутом, при освоении более 40% приведенных знаний, умений и навыков - на пороговом уровне. В противном случае компетенция в рамках настоящей дисциплины считается неосвоенной.

Уровень сформированности каждой компетенции на различных этапах ее формирования в процессе освоения данной дисциплины оценивается в ходе текущего контроля успеваемости и представлен различными видами оценочных средств.

Для оценки сформированности в рамках данной дисциплины компетенций ПК-5 «готовностью определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности» и ПК-7 «готовностью обеспечить требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике» преподавателем оценивается содержательная сторона и качество материалов, приведенных в отчетах студента по лабораторным работам, практическим занятиям, курсовому проекту. Учитываются также ответы студента на вопросы по соответствующим видам занятий при текущем контроле – устных опросах, защитах лабораторных работ и курсовой работы, ответах на практических занятиях.

Уровень сформированности каждой компетенции на различных этапах ее формирования в процессе освоения данной дисциплины оценивается в ходе текущего контроля успеваемости и представлен различными видами оценочных средств.

Для оценки сформированности в рамках данной дисциплины компетенций ПК-5 и ПК-7 преподавателем оценивается содержательная сторона и качество материалов, приведенных в отчетах студента по лабораторным работам, практическим занятиям, курсовой работе. Учитываются

также ответы студента на вопросы по соответствующим видам занятий при текущем контроле – устных опросах, защитах лабораторных работ и курсовой работы, ответах на практических занятиях.

Принимается во внимание
знания обучающимися:

- робототехнических устройств, принципов управления электроприводов в системах цикловой автоматики (ПК-5);
- основных способов и средств регулирования электроприводов, особенностей и областей их применения с учетом совокупности показателей работоспособности и качества(ПК-7);

наличие **умения**:

- разрабатывать рациональные схемы построения позиционных и следящих систем регулирования электроприводов (ПК-5);
- рассчитывать основные показатели качества регулирования координат привода, учитывать особенности характеристик и области применения электроприводов роботов и манипуляторов (ПК-7);

присутствие **навыка**:

- расчёта и анализа основных параметров и характеристик электроприводов роботов(ПК-5);
- обоснования и выбора систем управления электроприводов роботов и манипуляторов с учетом особенностей технологических процессов (ПК-7).

Критерии оценивания уровня сформированности компетенции в процессе выполнения и защиты лабораторных работ, защиты курсовой работы и в результате выполнения заданий на практических занятиях.

Критерии оценивания уровня сформированности компетенций ПК-5 и ПК-7 **в процессе защиты лабораторных работ** как формы текущего контроля.

На защите соответствующих лабораторных работ задается 2 вопроса из примерного перечня:

1. Какова сущность модального управления?
2. Как рассчитать и настроить параметры элементов операционных усилителей?
3. Что лежит в основе синтеза модального регулятора методом нормированных (стандартных) уравнений?
4. Каков порядок синтеза модального регулятора методом нормированных (стандартных) уравнений?
5. В чем заключается сущность метода последовательной коррекции с подчиненным регулированием координат?
6. Поясните физический смысл малой некомпенсируемой постоянной времени.
7. Каким образом определяется передаточная функция регулятора в системе с подчиненным регулированием координат?
8. Почему для ограничения тока якоря необходимо ограничивать выходное напряжение регулятора скорости?
9. Какие параметры влияют на точность позиционирования в системе регулирования положения?
10. Какова цель абстрактного и структурного синтеза дискретных систем программного управления?
11. Что такое циклограмма и каковы её элементы? Какие характерные интервалы времени выделяются на циклограмме?

12. Что такое дизъюнктивная и конъюнктивная нормальные формы представления логической функции и где они используются? Привести соотношения для конституентов единицы и нуля для i -го набора значений переменных.
13. Какие существуют типовые конструкции промышленных роботов с электроприводом?
14. Каков язык программирования учебного робота-манипулятора PASKAL OMEGA 1-3X(H)-USB?
15. Какие электродвигатели и преобразователи используются в учебном роботе-манипуляторе?
16. Как производится настройка робота-манипулятора для работы в цилиндрической зоне обслуживания?
17. Каким образом управляются степени подвижности учебного робота-манипулятора?

Полный ответ на один вопрос соответствует пороговому уровню сформированности компетенции на данном этапе ее формирования, полный ответ на один и частичный ответ на второй – продвинутому уровню; при полном ответе на два вопроса – эталонному уровню).

Критерии оценивания уровня сформированности компетенций ПК-5 и ПК-7 в процессе защиты курсовой работы как формы текущего контроля.

В процессе защиты курсовой работы студенту задается 2 вопроса из следующего примерного перечня:

1. Что собой представляет расчётная кинематическая схема степени подвижности?
2. С какой целью применяется баланси́р в кинематической схеме степени подвижности?
3. Как производится расчет требуемых параметров и выбор электродвигателей для степеней подвижности робота?
4. Из каких соображений находится оптимальное передаточное число редукторов?
5. В чем отличие позиционных и следящих электроприводов?
6. От чего зависит статическая ошибка следящей системы электропривода?
7. От чего зависит динамическая (кинематическая) ошибка следящей системы электропривода?
8. Какие способы управления могут применяться в следящих электроприводах?
9. В чём сущность синтеза модального регулятора?
10. Чем определяется количество и вид обратных связей при модальном управлении?
11. Как можно увеличить быстродействие системы электропривода с подчинённым регулированием координат?
12. Что собой представляет ПИД-регулирование?
13. Как обеспечить токоограничение в следящих электроприводах?
14. Какие требования предъявляются к регулятору положения в позиционном электроприводе?

Полный ответ на один вопрос соответствует пороговому уровню сформированности компетенции на данном этапе ее формирования, полный ответ на один и частичный ответ на второй – продвинутому уровню; при полном ответе на два вопроса – эталонному уровню).

Критерии оценивания уровня сформированности компетенций ПК-5 и ПК-7, в результате выполнения заданий на практических занятиях.

Оценивается активность работы студента на практических занятиях, глубина ответов студента «у доски» при устных опросах в процессе выполнения заданий к каждому практическому занятию.

Способность называть при устном ответе основные расчетные формулы соответствует пороговому уровню сформированности компетенции на данном этапе ее формирования, в дополнение к пороговому самостоятельное решение части вопросов – соответствует продвинутому уровню; в дополнение к продвинутому – способность рассчитать задачу в полном объеме с соответствующими пояснениями соответствует эталонному уровню.

Сформированность уровня компетенции не ниже порогового является основанием для допуска обучающегося к промежуточной аттестации по данной дисциплине.

Формой промежуточной аттестации по данной дисциплине является экзамен, оцениваемый по принятой в НИУ «МЭИ» четырехбалльной системе: "отлично", "хорошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно". Экзамен по дисциплине проводится в устной форме. Критерии оценивания (в соответствии с инструктивным письмом НИУ МЭИ от 14 мая 2012 года № И-23):

Оценки «отлично» заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание материалов изученной дисциплины, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; проявивший творческие способности в понимании, изложении и использовании материалов изученной дисциплины, безупречно ответившему не только на вопросы билета, но и на дополнительные вопросы в рамках рабочей программы дисциплины, правильно выполнившему практические задание

Оценки «хорошо» заслуживает студент, обнаруживший полное знание материала изученной дисциплины, успешно выполняющий предусмотренные задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную рабочей программой дисциплины; показавшему систематический характер знаний по дисциплине, ответившему на все вопросы билета, правильно выполнившему практические задание, но допустившему при этом не принципиальные ошибки.

Оценки «удовлетворительно» заслуживает студент, обнаруживший знание материала изученной дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющийся с выполнением заданий, знакомый с основной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; допустившим погрешность в ответе на теоретические вопросы и/или при выполнении практических заданий, но обладающий необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя, либо неправильно выполнившему практическое задание, но по указанию преподавателя выполнившим другие практические задания из того же раздела дисциплины.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, обнаружившему серьезные пробелы в знаниях основного материала изученной дисциплины, допустившему принципиальные ошибки в выполнении заданий, не ответившему на все вопросы билета и дополнительные вопросы и неправильно выполнившему практическое задание (неправильное выполнение только практического задания не является однозначной причиной для выставления оценки «неудовлетворительно»). Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение по образовательной программе без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине (формирования и развития компетенций, закреплённых за данной дисциплиной).

Оценка «неудовлетворительно» выставляется также, если студент: после начала экзамена отказался его сдавать или нарушил правила сдачи экзамена (списывал, подсказывал, обманом пытался получить более высокую оценку и т.д.

В зачетную книжку студента и приложение к диплому выносятся оценка экзамена по дисциплине за 7 семестр.

6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Вопросы по формированию и развитию теоретических знаний, предусмотренных компетенциями, закрепленными за дисциплиной (примерные вопросы по лекционному материалу дисциплины):

1. Каковы структура и классификация промышленных роботов и манипуляторов?
2. Охарактеризуйте технические показатели промышленных роботов и требования к приводам.
3. Дайте сравнительный анализ гидро-, пневмо- и электроприводов роботов и манипуляторов.
4. Каковы типовые кинематические схемы и математическое описание механической системы манипуляторов?
5. Чем руководствуются при выборе типа электропривода?
6. Каковы общие принципы построения и классификация систем управления движением роботов?
7. Каковы отличительные особенности позиционных, контурных и комбинированных систем управления?
8. Дайте общую характеристику позиционных и следящих электроприводов и их систем управления.
9. Какие обратные связи используются в следящих системах автоматического управления электроприводов?
10. Каковы основные уравнения и показатели, характеризующие работу непрерывных следящих систем электропривода?
11. Какие инженерные методы используются для синтеза следящей системы?
12. Как можно определить возможность возникновения автоколебаний в нелинейных следящих электроприводах?
13. Что собой представляет адаптация в робототехнике?
14. Каковы элементы искусственного интеллекта в робототехнике?
15. Назовите типы систем программного управления промышленных роботов.

Вопросы по приобретению и развитие практических умений, предусмотренных компетенциями, закрепленными за дисциплиной

(примеры вопросов к практическим занятиям, лабораторным работам)

1. Что собой представляют типовые кинематические схемы и захватные устройства роботов?
2. Каковы основные принципы организации движения роботов в различных системах координат и схема пересчёта координат?
3. Как рассчитать оптимальное передаточное число редуктора и выбрать его?
4. Как произвести расчёт параметров следящего электропривода с различными обратными связями?
5. Какие существуют виды коррекции?
6. Для каких систем регулирования можно использовать метод ЛЧХ?
7. Каков порядок синтеза методом ЛЧХ?
8. Каков порядок синтеза системы с модальным управлением?
9. Каков порядок синтеза методом подчинённого регулирования координат?

10. Каковы достоинства и недостатки систем с подчинённым регулированием координат?
11. Каков алгоритм работы поисковых адаптивных систем управления?
12. В какой форме могут задаваться функции переходов и выходов последовательного автомата при его синтезе?
13. Какие ограничения накладываются на условия включения и отключения логической функции? Зачем вводят дополнительные логические переменные?
14. Какие существуют основные способы программирования роботов?
15. Какие требования предъявляются к языкам программирования роботов?
16. Чем вызвано появление языков программирования роботов?
17. Расскажите о языках и управлении на уровне манипулятора и на уровне объекта.
18. Приведите примеры языков программирования роботов.

Вопросы по закреплению теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенциями (вопросы к экзамену)

Типовые кинематические схемы и электроприводы

Основные понятия. Современные концепции автоматизации производства. Структура и классификация промышленных роботов и манипуляторов.

Место промышленных роботов в автоматизированном производстве. Технические показатели промышленных роботов. Требования к приводам.

Гидравлические приводы. Пневматические приводы. Электрические приводы. Сравнение гидро-, пневмо- и электроприводов роботов и манипуляторов.

Типовые кинематические схемы. Основные компоновочные решения. Рабочие органы манипуляторов. Сенсорные системы.

Математическое описание механической системы манипуляторов. Взаимное влияние степеней подвижности манипуляторов. Математическое описание манипулятора совместно с приводами.

Кинематические уравнения. Прямая и обратная задачи кинематики. Прямая и обратная задачи динамики.

Выбор типа электропривода

Специальные высокомоментные и малоинерционные электродвигатели, передаточные механизмы.

Расчет и выбор мощности, перегрузочной способности двигателей и оптимального передаточного числа редукторов.

Способы и средства управления роботов и манипуляторов

Общие принципы построения и классификация систем управления движением роботов.

Отличительные особенности позиционных, контурных и комбинированных систем управления.

Планирование управляющих воздействий на следящие электроприводы роботов при контурном управлении движением объекта манипулирования.

Измерительные устройства и датчики следящих систем.

Системы автоматического управления позиционных и следящих электроприводов

Общая характеристика позиционных и следящих электроприводов и их систем управления. Элементарная теория следящих систем автоматического управления электроприводов.

Влияние различных обратных связей в следящих системах автоматического управления электроприводов: по первой производной выходной величины; по второй производной выходной величины.

Управление следящей системы по производной и интегралу от ошибки; узлы, обеспечивающие такое регулирование.

Применение компенсирующей обратной связи по возмущающему воздействию; узел корректировки компенсирующей обратной связи по возмущающему воздействию.

Основные уравнения и показатели, характеризующие работу непрерывных следящих систем электропривода. Статические и динамические режимы работы типовых следящих электроприводов. ПД- и ПИД-регулирование.

Следящая система с безынерционным преобразователем, различными обратными связями и одним упругим звеном.

Синтез линейной следящей системы управления непрерывного действия с помощью ЛЧХ.

Синтез линейной следящей системы непрерывного действия с помощью метода модального управления.

Синтез линейной следящей системы непрерывного действия с помощью метода подчиненного регулирования координат.

Нелинейные следящие электроприводы релейного действия; узлы таких систем; определение возможности возникновения автоколебаний.

Современные системы управления роботов и манипуляторов

Информационное обеспечение промышленных роботов. Виды информационных систем. Системы контактной и дистанционной информации. Системы внутренней информации и обеспечения безопасности.

Адаптация в робототехнике. Управление адаптивными роботами. Адаптивные роботы в машиностроении.

Искусственный интеллект и его элементы в робототехнике: применение нечетких регуляторов, искусственных нейронных сетей. Управление роботами с элементами искусственного интеллекта.

Системы и способы программного управления. Типы систем управления промышленными роботами. Уровни языков программирования роботов.

Перспективы развития электропривода и систем управления промышленных роботов и манипуляторов. Модульный принцип построения. Развитие искусственного интеллекта.

6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, изложены в учебных пособиях и методических рекомендациях по изучению курса «Электроприводы роботов и манипуляторов», к выполнению и защите лабораторных работ, к выполнению курсовой работы и заданий на самостоятельную работу (приложение к настоящей РПД).

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) Основная литература

1. Промышленные роботы: основные типы и технические характеристики : учебное пособие для вузов по направлениям "Автоматизированные технологии и производства", "Мехатроника и робототехника" / Ю. Г. Козырев . – М. : КноРус, 2015 . – 560 с. - ISBN 978-5-406-01927-6 .
2. Юревич Е.И. Основы робототехники: учеб. пособие. – 3-е изд., перераб. и доп. – СПб.: БХВ-Петербург, 2010. – 368 с.: ил. + CD-ROM – (Учебная литература для вузов)

б) дополнительная литература

3. Корендясев А.И., Саламандра Б.Л., Тывес Л.И. Теоретические основы робототехники. – М.: Наука, 2006. -384 с.
4. Остриров В.Н., Сафонов Ю.М., Маслова Н.К. Механика электроприводов промышленных роботов. - М.: Моск. Энерг. Ин-т, 1988. - 68с..
5. Остриров В.Н., Сафонов Ю.М., Маслова Н.К. Элементы систем управления промышленными роботами. - М.: Моск. Энерг. Ин-т., 1989. - 112с.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» необходимых для освоения дисциплины

1. http://robot.edu54.ru/links-catalog?field_links_section_tid_1=All&page=7
Книги и ресурсы в Интернет по робототехнике
2. http://www.arm-robotics.ru/hp/statji_5.asp
3. www.Robotics.ru Каталог интернет-ресурсов по робототехнике

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Дисциплина предусматривает лекции 3 часа в неделю, практические занятия 2 часа в неделю и лабораторные работы 1 час в неделю, выполняемые по отдельному графику. Изучение курса завершается экзаменом.

Успешное изучение курса требует посещения лекций, активной работы на практических занятиях и лабораторных работах, выполнения всех учебных заданий преподавателя, ознакомления с основной и дополнительной литературой.

Во время **лекции** студент должен вести краткий конспект.

Работа с конспектом лекций предполагает просмотр конспекта в тот же день после занятий. При этом необходимо пометить материалы конспекта, которые вызывают затруднения для понимания. При этом обучающийся должен стараться найти ответы на затруднительные вопросы, используя рекомендуемую литературу. Если ему самостоятельно не удалось разобраться в материале, необходимо сформулировать вопросы и обратиться за помощью к преподавателю на консультации или ближайшей лекции.

Обучающемуся необходимо регулярно отводить время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам.

Практические (семинарские) занятия составляют важную часть профессиональной подготовки студентов. Основная цель проведения практических (семинарских) занятий – формирование у студентов аналитического, творческого мышления путем приобретения практических навыков.

Методические указания к практическим (семинарским) занятиям по дисциплине наряду с рабочей программой и графиком учебного процесса относятся к методическим документам, определяющим уровень организации и качества образовательного процесса.

Содержание практических (семинарских) занятий фиксируется в РПД в разделе 4 настоящей программы.

Важнейшей составляющей любой формы практических занятий являются упражнения (задания). Основа в упражнении - пример, который разбирается с позиций теории, развитой в лекции. Как правило, основное внимание уделяется формированию конкретных умений, навыков, что и определяет содержание деятельности студентов - решение задач, графические работы, уточнение категорий и понятий науки, являющихся предпосылкой правильного мышления и речи.

Практические (семинарские) занятия выполняют следующие задачи:

стимулируют регулярное изучение рекомендуемой литературы, а также внимательное отношение к лекционному курсу;

закрепляют знания, полученные в процессе лекционного обучения и самостоятельной работы над литературой;

расширяют объём профессионально значимых знаний, умений, навыков;

позволяют проверить правильность ранее полученных знаний;

прививают навыки самостоятельного мышления, устного выступления;

способствуют свободному оперированию терминологией;

предоставляют преподавателю возможность систематически контролировать уровень самостоятельной работы студентов.

При подготовке к **практическим занятиям** необходимо просмотреть конспекты лекций и методические указания, рекомендованную литературу по данной теме; подготовиться к ответу на контрольные вопросы.

За 10 мин до окончания занятия преподаватель проверяет объём выполненной на занятии работы и отмечает результат в рабочем журнале.

Оставшиеся невыполненными пункты задания практического занятия студент обязан доделать самостоятельно.

После проверки отчета преподаватель может проводить устный или письменный опрос студентов для контроля усвоения ими основных теоретических и практических знаний по теме занятия (студенты должны знать смысл полученных ими результатов и ответы на контрольные вопросы).

По результатам проверки отчета и опроса выставляется оценка за практическое занятие.

Лабораторные работы составляют важную часть профессиональной подготовки студентов. Они направлены на экспериментальное подтверждение теоретических положений и формирование учебных и профессиональных практических умений.

Выполнение студентами лабораторных работ направлено на:

обобщение, систематизацию, углубление, закрепление полученных теоретических знаний по конкретным темам дисциплин;

формирование необходимых профессиональных умений и навыков;

Дисциплины, по которым планируются лабораторные работы и их объемы, определяются рабочими учебными планами.

Методические указания по проведению лабораторных работ разрабатываются на срок действия РПД (ПП) и включают:

заглавие, в котором указывается вид работы (лабораторная), ее порядковый номер, объем в часах и наименование;

цель работы;

предмет и содержание работы;

оборудование, технические средства, инструмент;

порядок (последовательность) выполнения работы;

правила техники безопасности и охраны труда по данной работе (по необходимости);

общие правила к оформлению работы;

контрольные вопросы и задания;

список литературы (по необходимости).

Содержание лабораторных работ фиксируется в РПД в разделе 4 настоящей программы.

При планировании лабораторных работ следует учитывать, что наряду с ведущей целью - подтверждением теоретических положений - в ходе выполнения заданий у студентов формируются практические умения и навыки обращения с лабораторным оборудованием, аппаратурой и пр., которые могут составлять часть профессиональной практической подготовки, а также исследовательские умения (наблюдать, сравнивать, анализировать, устанавливать зависимости, делать выводы и обобщения, самостоятельно вести исследование, оформлять результаты).

Состав заданий для лабораторной работы должен быть спланирован с таким расчетом, что-

бы за отведенное время они могли быть качественно выполнены большинством студентов.

Необходимыми структурными элементами лабораторной работы, помимо самостоятельной деятельности студентов, являются инструктаж, проводимый преподавателем, а также организация обсуждения итогов выполнения лабораторной работы.

Выполнению лабораторных работ предшествует проверка знаний студентов – их теоретической готовности к выполнению задания.

Помимо собственно выполнения работы для каждой лабораторной работы предусмотрена процедура защиты, в ходе которой преподаватель проводит устный или письменный опрос студентов для контроля понимания выполненных ими измерений, правильной интерпретации полученных результатов и усвоения ими основных теоретических и практических знаний по теме занятия.

При подготовке к **экзамену** в дополнение к изучению конспектов лекций, учебных пособий и слайдов, необходимо пользоваться учебной литературой, рекомендованной к настоящей программе. При подготовке к экзамену нужно изучить теорию: определения всех понятий и подходы к оцениванию до состояния понимания материала и самостоятельно решить по нескольким типовым задачам из каждой темы. При решении задач всегда необходимо уметь качественно интерпретировать итог решения.

Самостоятельная работа студентов (СРС) по дисциплине играет важную роль в ходе всего учебного процесса. Методические материалы и рекомендации для обеспечения СРС готовятся преподавателем и выдаются студенту.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

При проведении **лекционных** занятий предусматривается использование систем мультимедиа.

При проведении **лабораторных работ** предусматривается использование специальной лаборатории, оборудованной стендами для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Электроприводы роботов и манипуляторов».

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Лекционные занятия:

Аудитория, оснащенная презентационной мультимедийной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Практические занятия по данной дисциплине проводятся в аудитории, оснащенной мультимедийной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Лабораторные работы по данной дисциплине проводятся в специальной лаб. Б-112.



В основное оборудование указанной лаборатории входит оборудование, необходимое для проведения лабораторных работ по дисциплине «Электроприводы роботов и манипуляторов».

Автор

канд. техн. наук, доцент

Зав. кафедрой

канд. техн. наук, доцент

 В.А. Барышников
 В.В. Рожков

Программа одобрена на заседании кафедры ЭМС от 07.09. 2016 г., протокол № 1.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Но- мер изме- мене- ния	Номера страниц				Всего стра- ниц в доку- менте	Наименование и № документа, вводящего изменения	Подпись, Ф.И.О. внесшего измене- ния в данный эк- земпляр	Дата внесения из- менения в данный эк- земпляр	Дата введения из- менения
	изме- ме- нен- ных	заме- ме- нен- ных	но- вых	анну- нули- ро- ван- ных					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10