|  |
| --- |
| МИРЭА_ЭМБЛЕМА_приказ |
| МИНОБРНАУКИ РОССИИ |
| Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования **«Московский технологический университет»****МИРЭА** |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **СОГЛАСОВАНО**Учебно-методический советИнститута кибернетики\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Т.С. Хачлаев«\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2016 г. | **УТВЕРЖДАЮ**Директор Института кибернетики\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_М.П. Романов«\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2016 г. | **УТВЕРЖДАЮ**Директор Института кибернетикиМ.П. Романов«\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2016 г. | **СОГЛАСОВАНО**Учебно-методический советИнститута кибернетики\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Т.С. Хачлаев«\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2016 г. |

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б.1.В.ОД.16 «Приводы мехатронных и робототехнических систем»**

Направление подготовки

**15.03.06 «Мехатроника и робототехника»**

Профиль подготовки

**«Автономные роботы»**

Квалификация выпускника

**Бакалавр**

Форма обучения

**Очная**

Москва 2016

1. **Цели освоения дисциплины**

Дисциплина «Приводы мехатронных и робототехнических систем» имеет своей целью способствовать формированию у обучающихся профессиональных компетенций ПК-1, ПК-5, ПК-11 в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров 15.03.06 «Мехатроника и робототехника» с учетом специфики профиля подготовки – «Автономные роботы».

1. **Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы**

Дисциплина «Приводы мехатронных и робототехнических систем» является обязательной дисциплиной вариативной части блока «Дисциплины» учебного плана направления подготовки бакалавров 15.03.06 «Мехатроника и робототехника» с профилем подготовки «Автономные роботы». Общая трудоемкость дисциплины составляет 10 зачетных единиц (360 акад. час.).

Для освоения дисциплины «Приводы мехатронных и робототехнических систем» обучающиеся должны обладать знаниями, умениями и навыками, полученными в результате формирования и развития компетенций в следующих дисциплинах и практиках:

**ПК-1** (способность составлять математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей, включая информационные, электромеханические, гидравлические, электрогидравлические, электронные устройства и средства вычислительной техники):

* электротехника (3 семестр);
* электронные устройства мехатронных и робототехнических систем (4 семестр);
* микропроцессорная техника в мехатронике и робототехнике (5 семестр);
* математические основы кинематики и динамики роботов (5 семестр);
* алгоритмические основы реализации методов вычислительной математики (5 семестр);
* информационные элементы приводов и систем управления автономных роботов, ч.1 (5 семестр);
* теория автоматического управления (5 и 6 семестры);
* механика управляемого движения автономных роботов (6 семестр);
* системы навигации автономных роботов (6 семестр);
* производственная практика (6 семестр);

**ПК-5** (способностью проводить эксперименты на действующих макетах, образцах мехатронных и робототехнических систем по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств):

* теория вероятностей и математическая статистика (5 семестр);
* теория автоматического управления (5 и 6 семестры);

**ПК-11** (способность производить расчеты и проектирование отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием):

* вычислительная техника в системах управления (4 семестр);
* цифровая обработка сигналов (4 семестр);
* детали мехатронных модулей, роботов и их конструирование (4 и 5 семестры);
* средства связи в системах управления автономными роботами (5 семестр);
* теория автоматического управления (5 и 6 семестры);
* системы навигации автономных роботов (6 семестр);
* производственная практика (6 семестр).

Освоение дисциплины «Приводы мехатронных и робототехнических систем» является необходимым для изучения последующих дисциплин в рамках дальнейшего формирования и развития следующих компетенций:

**ПК-1** (способность составлять математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей, включая информационные, электромеханические, гидравлические, электрогидравлические, электронные устройства и средства вычислительной техники):

* моделирование роботов и робототехнических систем (7 семестр);
* моделирование систем группового управления промышленных роботов (7 семестр);
* технологии удаленного управления автономными роботами (7 семестр);
* компьютерное управление в робототехнических системах (7 семестр);
* интеллектуальные системы управления и приводы автономных роботов (7 семестр);
* автономные мультиагентные робототехнические системы (7 семестр);
* групповое управление роботами (7 семестр);
* управление интеллектуальными роботами и робототехническими системами (8 семестр);
* основы проектирования систем управления автономных роботов (8 семестр);
* основы конструирования автономных роботов (8 семестр);
* производственная практика (8 семестр);

**ПК-5** (способностью проводить эксперименты на действующих макетах, образцах мехатронных и робототехнических систем по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств):

* технологии удаленного управления автономными роботами (7 семестр);
* компьютерное управление в робототехнических системах (7 семестр);
* автономные мультиагентные робототехнические системы (7 семестр);
* групповое управление роботами (7 семестр);
* управление интеллектуальными роботами и робототехническими системами (8 семестр);
* государственная итоговая аттестация (8 семестр);

**ПК-11** (способность производить расчеты и проектирование отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием):

* виртуальное моделирование и проектирование автономных роботов (8 семестр);
* аппаратное обеспечение систем управления роботов и робототехнических комплексов (7 семестр);
* аппаратное обеспечение мехатронных систем с ЧПУ (7 семестр);
* технологии удаленного управления автономными роботами (7 семестр);
* компьютерное управление в робототехнических системах (7 семестр);
* автономные мультиагентные робототехнические системы (7 семестр);
* групповое управление роботами (7 семестр);
* основы проектирования систем управления автономных роботов (8 семестр);
* основы конструирования автономных роботов (8 семестр);
* производственная практика (8 семестр).
1. **Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения программы бакалавриата (компетенциями выпускников)**

|  |  |
| --- | --- |
| **Формируемые компетенции****(код и название компетенции,уровень освоения – при наличиив карте компетенции)** | **Планируемые результаты обученияпо дисциплине (модулю), характеризующиеэтапы формирования компетенций** |
| **ПК-1** (способность составлять математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей, включая информационные, электромеханические, гидравлические, электрогидравлические, электронные устройства и средства вычислительной техники) | **Знать** принципы построенияприводов и их отдельных элементов и модулей, включая информационные, электромеханические, гидравлические, электрогидравлические, электронные устройства и средства вычислительной техники |
| **Уметь** составлять математические модели приводов и их отдельных элементов и модулей, включая информационные, электромеханические, гидравлические, электрогидравлические, электронные устройства и средства вычислительной техники |
| **Владеть** навыками построения математических моделей приводов и их отдельных элементов и модулей, включая информационные, электромеханические, гидравлические, электрогидравлические, электронные устройства и средства вычислительной техники |
| **ПК-5** (способность проводить эксперименты на действующих макетах, образцах мехатронных и робототехнических систем по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств) | **Уметь** проводить эксперименты на действующих макетах, образцах приводов мехатронных и робототехнических систем по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств |
| **Владеть** навыками проведения экспериментов на действующих макетах, образцах приводов мехатронных и робототехнических систем по заданным методикам и обработки результатов с применением современных информационных технологий и технических средств |
| **ПК-11** (способность производить расчеты и проектирование отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием) | **Знать** принципы, методики расчета и проектирования приводов и их отдельных элементов и модулей с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием |
| **Уметь** выполнять расчеты и проектирование приводов и их отдельных элементов и модулей с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием |
| **Владеть** навыками выполнения расчетов и проектирования приводов и их отдельных элементов и модулей с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием |

1. **Содержание дисциплины**

4.1. Распределение объема и содержания дисциплины (модуля) по разделам, семестрам, видам учебной работы и формам контроля

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № раздела  | Семестр | Неделя семестра | Объем (в акад. час.) | Формы текущего контроля успеваемости*(по неделям семестра)*Формы промежуточной аттестации*(по семестрам)* |
| Всего | Контактная работа(по видам учебных занятий) | СР | Контроль |
| Всего | ЛК | ЛБ | ПР |
|  | 6 | 1 | 7 | 3 | 2 |  | 1 | 4 |  | Устное собеседование |
|  | 6 | 2–5 | 34 | 16 | 8 | 4 | 4 | 18 |  | Защита лабораторной работы |
|  | 6 | 6–7 | 14 | 6 | 4 |  | 2 | 8 |  | Письменный опрос |
|  | 6 | 8–10 | 29 | 13 | 6 | 4 | 3 | 16 |  | Защита лабораторной работы |
|  | 6 | 11–12 | 14 | 6 | 4 |  | 2 | 8 |  | Устное собеседование |
|  | 6 | 13–14 | 14 | 6 | 4 |  | 2 | 8 |  | Выполнение практического задания |
|  | 6 | 15–16 | 14 | 6 | 4 |  | 2 | 8 |  | Устное собеседование |
| По материалам 6 семестра | 54 |  |  |  |  |  | 54 | Зачет, экзамен |
| *Всего в 6 семестре:* | *180* | *56* | *32* | *8* | *16* | *70* | *54* |  |
|  | 7 | 1–2 | 14 | 6 | 4 |  | 2 | 8 |  | Устное собеседование |
|  | 7 | 3–4 | 24 | 10 | 4 | 4 | 2 | 14 |  | Защита лабораторной работы |
|  | 7 | 5–7 | 19 | 9 | 6 |  | 3 | 10 |  | Устное собеседование |
|  | 7 | 8–10 | 19 | 9 | 6 |  | 3 |  10 |  | Устное собеседование |
|  | 7 | 11–12 | 14 | 6 | 4 |  | 2 | 8 |  | Выполнение практического задания |
|  | 7 | 13–14 | 24 | 10 | 4 | 4 | 2 | 14 |  | Защита лабораторной работы |
|  | 7 | 15–16 | 12 | 6 | 4 |  | 2 | 6 |  | Устное собеседование |
| По материалам всего курса | 18 |  |  |  |  |  | 18 | Защита выполненного курсового проекта |
| По материалам 7 семестра | 36 |  |  |  |  |  | 36 | Экзамен |
| *Всего в 7 семестре:* | *180* | *56* | *32* | *8* | *16* | *70* | *54* |  |
| **Всего:** | **360** | **112** | **64** | **16** | **32** | **140** | **108** |  |

4.2. Наименование и содержание разделов дисциплины

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| №раздела | Наименованиераздела | Содержаниераздела |
|  | Общие сведения о приводах мехатронных и робототехнических устройств | Приводы как структурные элементы мехатронных и робототехнических устройств. Основные типы приводов, их характеристики, области применения. Типы и характеристики нагрузок мехатронных и робототехнических устройств. Обобщенная функциональная и структурная схемы привода робота и мехатронного модуля. |
|  | Электрический привод на базе двигателей постоянного тока (ДПТ) | Принцип действия электрической машины постоянного тока. Генераторный и двигательный режимы работы. Конструктивные исполнения индуктора и якоря. Основные электромагнитные соотношения. Статические характеристики ДПТ при разных способах возбуждения (электромагнитное параллельное, последовательное, смешанное возбуждение, электромагнитное независимое возбуждение и возбуждение от постоянных магнитов), способы регулирования частоты вращения. Динамические характеристики ДПТ. Привод на основе ДПТ как динамическая система. Приводы постоянного тока с различными преобразователями. Основные схемы и режимы работы усилителей мощности. Области применения приводов на базе ДПТ. |
|  | Общие вопросы теории машин переменного тока | Конструктивное устройство одно-, двух- и трехфазных обмоток машин переменного тока. Пульсирующее, вращающееся (круговое, эллиптическое) магнитное поле. ЭДС фазных обмоток. |
|  | Электрический привод на базе асинхронных двигателей (АД) | Принцип действия АД. Конструктивные исполнения индуктора и якоря. Трехфазные АД: механические и рабочие характеристики; реостатный пуск; способы регулирования частоты вращения. Исполнительные двухфазные АД: механические и регулировочные характеристики при амплитудном управлении; принципы организации фазового и амплитудно-фазового управления. Однофазные АД. Самоход исполнительных двигателей и пути его устранения. Динамические характеристики АД. Привод на базе АД как динамическая система. Управление трехфазным АД, частотно-токовое управление с автономным инвертором. Асинхронные приводы с различными преобразователями. Области применения приводов на базе АД. |
|  | Электрический привод на базе синхронных двигателей (СД) | Принцип действия СД. Конструктивные исполнения якоря и индуктора СД (с электромагнитным возбуждением, с возбуждением от постоянных магнитов, реактивные и гистерезисные СД). Статические и динамические характеристики СД, области применения. |
|  | Электрический привод на базе бесколлекторных двигателей постоянного тока (БДПТ) | Конструктивные исполнения и принцип действия БДПТ. Схемы управления, основные элементы и требования к ним. Статические и динамические характеристики БДПТ. Области применения приводов на базе БДПТ. |
|  | Электрический привод на базе шаговых двигателей (ШД) | Конструктивные исполнения и принцип действия ШД. Схемные решения при построении коммутаторов, способы управления ШД. Статические и динамические характеристики ШД. Требования к элементам привода на базе ШД. Области применения приводов на базе ШД. |
|  | Исполнительные механизмы микроперемещений на основе пьезокерамики | Принцип действия исполнительных механизмов микроперемещений на основе пьезокерамики, их статические и динамические характеристики, структурные схемы. Области применения приводов на базе пьезокерамических двигателей. |
|  | Приводы на базе электромагнитных муфт (ЭММ) | Типы, конструкции, принципы действия ЭММ, их статические и динамические характеристики, структурное представление приводов на базе ЭММ. Области применения приводов на базе ЭММ. |
|  | Основы машиностроительной гидравлики | Рабочие жидкости, их основные свойства и характеристики. Основные законы гидродинамики. |
|  | Общие сведения о гидроприводе | Общие вопросы устройства и принципа действия гидропривода. Структурные элементы гидропривода. Классификация гидромашин. Динамическая жесткость гидродвигателей. Обозначение элементов гидроприводов по ЕСКД. Насосные гидростанции, схемы, принцип действия. |
|  | Гидравлические усилители мощности | Общие сведения о гидравлических усилителях мощности, их классификация, схемы, элементы конструкции и принцип действия. Статические характеристики и параметры, передаточные функции. |
|  | Гидроприводы с дроссельным управлением | Общая структура и принципиальные схемы гидравлических приводов с дроссельным управлением. Методы коррекции динамических свойств гидропривода с помощью обратных связей (по давлению, по динамическому давлению, по расходу), техническая реализация этих связей. |
|  | Гидроприводы с объемным управлением | Устройство и принцип действия гидроприводов с объемным управлением. Скоростные и механические характеристики гидропривода с объемным управлением, его передаточная функция. |

4.3. Лабораторные работы (ЛБ)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №п/п | № раздела дисциплины | Наименование лабораторных работ | Трудоемкость(в акад. час.) |
|  | 2 | Исследование характеристик ДПТ как элемента электропривода робота | 4 |
|  | 4 | Исследование характеристик АД как элемента электропривода робота | 4 |
| *Всего в 6 семестре:* | *8* |
|  | 9 | Исследование характеристик привода на базе ЭММ | 4 |
|  | 13 | Исследование характеристик гидравлического двигателя | 4 |
| *Всего в 7 семестре:* | *8* |
| **Всего:** | **16** |

4.4. Практические занятия (ПР)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №п/п | № раздела дисциплины | Тематика практических занятий | Трудоемкость(в акад. час.) |
|  | 1 | Механика электропривода | 1 |
|  | 1 | Типы и характеристики нагрузок мехатронных и робототехнических устройств | 1 |
|  | 2 | Статические характеристики ДПТ с независимым возбуждением и с возбуждением от постоянных магнитов. Способы регулирования частоты вращения | 0,5 |
|  | 2 | Статические характеристики ДПТ с параллельным возбуждением. Способы регулирования частоты вращения | 0,5 |
|  | 2 | Статические характеристики ДПТ с последовательным возбуждением. Способы регулирования частоты вращения | 0,5 |
|  | 2 | Статические характеристики ДПТ со смешанным возбуждением. Способы регулирования частоты вращения | 0,5 |
|  | 2 | Динамические характеристики ДПТ. Привод на основе ДПТ как динамическая система | 1 |
|  | 2 | Приводы постоянного тока с различными преобразователями. Основные схемы и режимы работы усилителей мощности | 1 |
|  | 3 | Конструктивное устройство фазных обмоток машин переменного тока | 1 |
|  | 3 | Магнитные поля в машинах переменного тока | 1 |
|  | 3 | ЭДС фазных обмоток машин переменного тока | 1 |
|  | 4 | Статические характеристики трехфазных АД. Способы регулирования частоты вращения | 1 |
|  | 4 | Статические характеристики исполнительных двухфазных АД при амплитудном управлении | 1 |
|  | 4 | Статические характеристики исполнительных двухфазных АД при фазовом и амплитудно-фазовом управлении | 1 |
|  | 4 | Статические характеристики однофазных АД. Самоход исполнительных двигателей и пути его устранения | 1 |
|  | 4 | Динамические характеристики АД. Привод на базе АД как динамическая система | 1 |
|  | 4 | Частотно-токовое управление трехфазным АД | 1 |
|  | 4 | Асинхронные приводы с различными преобразователями | 1 |
| *Всего в 6 семестре:* | *16* |
|  | 5 | Статические характеристики СД | 1 |
|  | 5 | Динамические характеристики СД | 1 |
|  | 6 | Статические и динамические характеристики БДПТ | 2 |
|  | 7 | Статические и динамические характеристики ШД. Управление ШД | 2 |
|  | 8 | Статические и динамические характеристики исполнительных механизмов микроперемещений на основе пьезокерамики, их структурное представление | 2 |
|  | 9 | Статические и динамические характеристики, структурное представление приводов на базе ЭММ | 2 |
|  | 10–11 | Применение законов гидродинамики для реализации гидропривода. Обозначение элементов гидроприводов по ЕСКД | 2 |
|  | 12 | Статические характеристики и параметры гидравлических усилителей мощности. Их передаточные функции | 2 |
|  | 13–14 | Статические и динамические характеристики гидравлических приводов с дроссельным и с объемным управлением | 2 |
| *Всего в 7 семестре:* | *16* |
| **Всего:** | **32** |

1. **Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

Виды самостоятельной работы обучающегося, порядок и сроки ее выполнения:

* выполнение курсового проекта; время выдачи задания на курсовой проект – не позднее 4-ой недели 7-го семестра; срок сдачи курсового проекта – не позднее 13-ой недели 7-го семестра; ориентировочный перечень тем курсового проекта:
* электропривод робота с рекуперацией энергии;
* электропривод робота с контурным управлением;
* электропривод робота с позиционным управлением;
* шаговый электропривод промышленного робота;
* электропривод робота с широтно-импульсным управлением;
* система управления исполнительного двигателя робота по моменту и по валу;
* электропривод робота РМ-01 с учетом динамики;
* моделирование привода с широтно-импульсным управлением;
* моделирование привода с частотно-импульсным управлением;
* цифровой электропривод транспортного робота;
* адаптивный электропривод робота;
* подготовка к лекциям, лабораторным работам и практическим занятиям с использованием конспекта лекций, материалов практических занятий и приведенных ниже (п/п.п. 8.1 и 8.2) источников (в течение 6-го и 7-го семестров в соответствии с расписанием занятий);
* оформление отчетов по выполненным лабораторным работам и теоретическая подготовка к их сдаче (в течение 6-го и 7-го семестров в соответствии с расписанием занятий).

Перечень вопросов для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации – в соответствии с тематикой разделов дисциплины.

1. **Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

6.1. **Перечень компетенций**, на освоение которых направлено изучение дисциплины «Приводы мехатронных и робототехнических систем», с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы, представлен в п.3 настоящей рабочей программы.

6.2 **Описание показателей и критериев оценивания** компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивая

6.2.1. Показатели и критерии оценивания компетенций, используемые шкалы оценивания

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Элементы компетенций (знания, умения, владения)**  | **Показатели оценивания** | **Критерии****оценивания** | **Средства****оценивания** | **Шкалы****оценивания** |
| **Знать****(ПК-1)** | **Знание** принципов построенияприводов и их отдельных элементов и модулей, включая информационные, электромеханические, гидравлические, электрогидравлические, электронные устройства и средства вычислительной техники | Правильность и полнота ответов, глубина понимания вопроса | Текущий контроль:выполнение устных/ письменных заданийПромежуточная аттестация: зачет, экзамен | Шкала 1 |
| **Уметь****(ПК-1)** | **Умение** составлять математические модели приводов и их отдельных элементов и модулей, включая информационные, электромеханические, гидравлические, электрогидравлические, электронные устройства и средства вычислительной техники | Правильность выполнения учебных заданий, аргументированность выводов | Текущий контроль:выполнение устных/ письменных заданийПромежуточная аттестация: зачет, экзамен | Шкала 1 |
| **Владеть****(ПК-1)** | **Владение** навыками построения математических моделей приводов и их отдельных элементов и модулей, включая информационные, электромеханические, гидравлические, электрогидравлические, электронные устройства и средства вычислительной техники | Обоснованность и аргументированность выполнения учебной деятельности | Текущий контроль:выполнение практического задания,защита лабораторной работыПромежуточная аттестация: защита курсового проекта,зачет, экзамен | Шкала 2 |
| **Уметь****(ПК-5)** | **Умение** проводить эксперименты на действующих макетах, образцах приводов мехатронных и робототехнических систем по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств | Правильность выполнения учебных заданий, аргументированность выводов | Текущий контроль:выполнение устных/ письменных заданийПромежуточная аттестация: зачет, экзамен | Шкала 1 |
| **Владеть****(ПК-5)** | **Владение** навыками проведения экспериментов на действующих макетах, образцах приводов мехатронных и робототехнических систем по заданным методикам и обработки результатов с применением современных информационных технологий и технических средств | Обоснованность и аргументированность выполнения учебной деятельности | Текущий контроль:выполнение практического задания,защита лабораторной работыПромежуточная аттестация: защита курсового проекта,зачет, экзамен | Шкала 2 |
| **Знать****(ПК-11)** | **Знание** принципов, методик расчета и проектирования приводов и их отдельных элементов и модулей с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием | Правильность и полнота ответов, глубина понимания вопроса | Текущий контроль:выполнение устных/ письменных заданийПромежуточная аттестация: зачет, экзамен | Шкала 1 |
| **Уметь****(ПК-11)** | **Умение** выполнять расчеты и проектирование приводов и их отдельных элементов и модулей с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием | Правильность выполнения учебных заданий, аргументированность выводов | Текущий контроль:выполнение устных/ письменных заданийПромежуточная аттестация: зачет, экзамен | Шкала 1 |
| **Владеть****(ПК-11)** | **Владение** навыками выполнения расчетов и проектирования приводов и их отдельных элементов и модулей с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием | Обоснованность и аргументированность выполнения учебной деятельности | Текущий контроль:выполнение практического задания,защита лабораторной работыПромежуточная аттестация: защита курсового проекта,зачет, экзамен | Шкала 2 |

6.2.2. Описание шкал оценивания степени сформированности элементов компетенций

Шкала 1.Оценка сформированности отдельных элементов компетенций

|  |  |
| --- | --- |
| Обозначения | **Формулировка требований к степени сформированности** **компетенции** |
| Цифр. | Оценка |
| **Знать** | **Уметь** | **Владеть** |
| 1 | Неуд. | Отсутствие знаний | Отсутствие умений | Отсутствие навыков |
| 2 | Неуд. | Фрагментарные знания | Частично освоенное умение | Фрагментарное применение |
| 3 | Удовл. | Общие, но не структурированные знания | В целом успешное, но не систематически осуществляемое умение | В целом успешное, но не систематическое применение |
| 4 | Хор. | Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания | В целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков |
| 5 | Отл. | Сформированные систематические знания | Сформированное умение | Успешное и систематическое применение навыков  |

Шкала 2. Комплексная оценка сформированности знаний, умений и владений

|  |  |
| --- | --- |
| Обозначения  | **Формулировка требований к степени сформированности** **компетенции** |
| Цифр. | Оценка |
| 1 | Неуд. | Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале |
| 2 | Удовл.или неуд. (*по усмотрению преподавателя)* | Знать на уровне о**риентирования**, представлений. Субъект учения знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает их в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения. |
| 3 | Удовл. | Знать и уметь на **репродуктивном** уровне. Субъект учения знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях. |
| 4 | Хор. | Знать, уметь, владеть на **аналитическом** уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения. |
| 5 | Отл. | Знать, уметь, владеть на **системном** уровне. Субъект учения знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания учебной дисциплины, его значимость в содержании учебной дисциплины. |

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.

**Типовые вопросы и задания для текущего контроля** (оценка сформированности элементов (знаний, умений) компетенций ПК-1, ПК-11 в рамках текущего контроля по дисциплине) по разделам дисциплины

Примеры вопросов по разделу 1:

* дайте общую характеристику электрического привода; отметьте их преимущества и недостатки по сравнению с другими типами приводов, применяемых в робототехнике; отметьте особенности применения электропривода в робототехнических системах;
* приведите пример функциональной схемы электропривода робота с трехконтурной системой подчиненного регулирования; поясните назначение входящих в нее элементов и контуров обратных связей.

Примеры вопросов по разделу 3:

* поясните принципы создания вращающегося магнитного поля в электрических машинах переменного тока; каковы условия создания кругового вращающегося поля; при каких условиях создается эллиптическое вращающееся поле; как эллиптическое поле представляется в виде двух круговых;
* назовите возможные причины наведения фазовых ЭДС в машинах переменного тока; как рассчитать действующее значение ЭДС и ее частоту.

Пример практического задания по разделу 6

* рассчитайте и постройте (в масштабе) семейство механических (при номинальном напряжении питания и при напряжениях питания, меньших чем номинальное на 20% и на 40%), семейство регулировочных характеристик (при отсутствии момента на валу, при номинальном моменте на валу и при моменте, равном половине от номинального), а также рабочие характеристики бесколлекторного двигателя постоянного тока по его справочным данным (в задании).

**Защита лабораторных работ** (оценка сформированности элементов (знаний, умений) компетенций ПК-1, ПК-5в рамках текущего контроля по дисциплине) по разделам дисциплины:

Примеры вопросов при защите лабораторной работы №1 (раздел 2):

* приведите систему уравнений и соответствующую ей структурную схему коллекторного двигателя постоянного тока с возбуждением от постоянных магнитов;
* поясните вид механических, регулировочных и рабочих характеристик исполнительных двигатели постоянного тока с независимым возбуждением и с возбуждением от постоянных магнитов.

Примеры вопросов при защите лабораторной работы №2 (раздел 4):

* поясните принципы моделирования двухфазного асинхронного двигателя в структуре электропривода;
* перечислите возможные способы регулирования частоты вращения асинхронных двигателей; охарактеризуйте целесообразность и перспективы использования каждого из них в электрических приводах робототехнических систем.

**Зачет** в 6 семестре выставляется по совокупности результатов текущего контроля по разделам дисциплины.

**Перечень вопросов для подготовки к экзамену** (оценка сформированности компетенции ПК-1, ПК-5, ПК-11 в рамках промежуточной аттестации по дисциплине).

Содержание экзаменационного билета:

1 вопрос – фундаментальная теория;

2 вопрос – прикладная теория (решение задач);

3 вопрос – практическая комплексная задача.

Пример типового экзаменационного билета:

1 вопрос – пьезоэлектрические двигатели: конструктивные схемы, принцип действия, характеристики и параметры;

2 вопрос – напишите систему уравнений и составьте структурную схему коллекторного двигателя постоянного тока с последовательным возбуждением;

3 вопрос – рассчитайте и постройте (в масштабе) механическую характеристику трехфазного асинхронного двигателя по его справочным данным (в задании).

Комплекты контрольных заданий Фонда оценочных средств по дисциплине представлены в составе УМК дисциплины.

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

Процедуры и средства оценивания элементов компетенций по дисциплине

«Приводы мехатронных и робототехнических систем»

|  |  |
| --- | --- |
| **Процедура проведения** | **Средство оценивания** |
| Текущий контроль | Промежуточный контроль |
| Выполнение устных заданий | Выполнение письменных заданий | Выполнение практических заданий | Защита лабораторных работ | Защита курсового проекта | Зачет | Экзамен |
| Продолжительность контроля | По усмотрению преподавателя | По усмотрению преподавателя | По усмотрению преподавателя | По усмотрению преподавателя | В соответствии с принятыми нормами времени | В соответствии с принятыми нормами времени | В соответствии с принятыми нормами времени |
| Форма проведенияконтроля | Устный опрос | Письменный опрос | Письменный опрос | Устная защита | В устной форме | В устной форме | В письменной форме |
| Вид проверочного задания | Устные вопросы | Письменные задания | Практические задания | Устные вопросы | задание на курсовую работу | вопросы к зачету | экзаменационный билет |
| Форма отчета | Устные ответы | Ответы в письменной форме | Ответы в письменной форме | Ответы в устной форме | Защита курсовой проекта | Ответы в письменной форме (устное собеседование) | Ответы в письменной форме |
| Раздаточный материал | Нет | Справочная литература | Справочная литература | Справочная литература | Справочная литература | Справочная литература | Справочная литература |

1. **Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Дисциплина «Приводы мехатронных и робототехнических систем» предусматривает лекции, практические занятия и лабораторные работы, а также выполнение и защиту курсового проекта. Успешное изучение дисциплины требует посещения лекций, активной работы на практических занятиях, выполнения лабораторных работ и учебных заданий преподавателя, ознакомления с основной и дополнительной литературой.

В ходе лекций преподаватель излагает и разъясняет основные, наиболее сложные понятия темы, а также связанные с ней теоретические и практические проблемы, дает рекомендации на практическое занятие и указания на самостоятельную работу.

При подготовке к лекционным занятиям студентам необходимо:

перед очередной лекцией необходимо просмотреть конспект материала предыдущей лекции. При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам. Если разобраться в материале опять не удалось, то обратитесь к лектору (по графику его консультаций) или к преподавателю на практических занятиях.

Практические занятия завершают изучение наиболее важных тем учебной дисциплины. Они служат для закрепления изученного материала, развития умений и навыков подготовки докладов, сообщений, приобретения опыта устных публичных выступлений, ведения дискуссии, аргументации и защиты выдвигаемых положений, а также для контроля преподавателем степени подготовленности студентов по изучаемой дисциплине.

При подготовке к практическому занятию студенты имеют возможность воспользоваться консультациями преподавателя.

При подготовке к практическим занятиям студентам необходимо:

приносить с собой рекомендованную преподавателем литературу к конкретному занятию;

до очередного практического занятия по рекомендованным литературным источникам проработать теоретический материал, соответствующей темы занятия;

в начале занятий задать преподавателю вопросы по материалу, вызвавшему затруднения в его понимании и освоении при решении задач, заданных для самостоятельного решения;

в ходе семинара давать конкретные, четкие ответы по существу вопросов;

на занятии доводить каждую задачу до окончательного решения, демонстрировать понимание проведенных расчетов (анализов, ситуаций), в случае затруднений обращаться к преподавателю.

Студентам, пропустившим занятия (независимо от причин), не имеющие письменного решения задач или не подготовившиеся к данному практическому занятию, рекомендуется не позже чем в 2-недельный срок явиться на консультацию к преподавателю и отчитаться по теме, изучавшейся на занятии. Студенты, не отчитавшиеся по каждой не проработанной ими на занятиях теме к началу зачетной сессии, упускают возможность получить положенные баллы за работу в соответствующем семестре.

Методические указания по выполнению лабораторных работ приведены в составе программы бакалавриата.

Методические указания по выполнению и защите курсового проекта приведены в составе программы бакалавриата.

1. **Ресурсное обеспечение дисциплины**

8.1. Основная и дополнительная учебная литература, необходимая для освоения дисциплины

а) основная литература:

1. Усольцев А.А. Электрический привод/Учебное пособие. — СПб: НИУ ИТМО, 2012. 238 с. — Электронный ресурс: <http://e.lanbook.com/view/book/71195/>
2. Булгаков А.Г., Воробьев В.А. Промышленные роботы. Кинематика, динамика, контроль и управление. Серия "Библиотека инженера". — М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2008. — 488 с.: ил. — Электронный ресурс: <http://e.lanbook.com/view/book/13760/page475/>
3. Лещинский В.П. Основы гидропневмоавтоматики: Учеб. пособие. — М.: МИРЭА, 2006. — 104 с.: ил. (шифр в библиотеке МИРЭА: МИРЭА Л54).

б) дополнительная литература:

1. Юферов Ф.М. Электрические машины автоматических устройств. Учеб. для вузов. — М.: Высш. шк., 1988. — 416 с.: ил. (шифр в библиотеке МИРЭА: 621.3 Ю93).
2. Волков Н.И., Миловзоров В.П. Электромашинные устройства автоматики: Учеб. для вузов по спец. «Автоматика и телемеханика». — М: Высшая школа, 1986. — 334 с.: ил. (шифр в библиотеке МИРЭА: 681.5 В67).
3. Брускин Д.Э. , Зорохович А.Е., Хвостов B.C. Электрические машины и микромашины: Учеб. для электротехн. спец. вузов. — М: Высшая школа, 1990. — 528 с.: ил. (шифр в библиотеке МИРЭА: 621.3 Б89).
4. Нагорный В.С., Денисов А.А. Устройства автоматики гидро- и пневмосистем: Учеб. пособие для втузов. — М.: Высш. шк., 1991. — 365 с.: ил. (шифр в библиотеке МИРЭА: 681.5 Н16).
5. Пневматические и гидравлические элементы и приводы роботов и манипуляторов: Учеб. пособие. — М.: МИРЭА, 1987. — 80 с.: ил. (шифр в библиотеке МИРЭА: 621.8 Л54).
6. Лавриненко В.В., Карташев И.А., Вишневский В.С. Пьезоэлектрические двигатели. — М: Энергия,1980. — 109 с.: ил. (шифр в библиотеке МИРЭА: 621.3 Л13).

8.2. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет, необходимые для освоения дисциплины

1. <http://www.unilib.neva.ru/dl/059/Head.html>
2. <http://elmech.mpei.ac.ru/em/EM/EM_cont_0.htm>
3. <http://www.toroid.ru/alievII.html>
4. <http://electroprivod.ru/piezo.htm>

8.3. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Технологии моделирования на базе программных сред Scilab и Octave.

8.4. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

* учебная аудитория, оснащенная презентационным оборудованием и натурными образцами изучаемых устройств;
* учебная лаборатория «Приводы роботов» кафедры проблем управления;
* учебная лаборатория «Технические средства автоматизации и управления» кафедры проблем управления.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.06 «Мехатроника и робототехника» с профилем подготовки «Автономные роботы».

Автор (ы):

профессор кафедры проблем управления \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ М.П. Романов

доцент кафедры проблем управления \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ В.Н. Цыпкин

Рабочая программа дисциплины одобрена на заседании кафедры проблем управления

 (протокол № \_\_\_ от «\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_ 2016 г.)

Заведующий кафедрой проблем управления \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ М.П. Романов