

Министерство образования и науки Российской Федерации
 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
 высшего образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
 (ВлГУ)



А.А.Панфилов

« 26 » _____ 2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**Гидропневмоавтоматика и приводы
 МЕХАТРОННЫХ И РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

Направление подготовки: 15.03.06 Мехатроника и робототехника

Профиль/программа подготовки:

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

Семестр	Трудоемкость зач. ед./ час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежу- точного кон- троля (экз./зачет)
4	3/108	18	18	-	36	36/экз
5	5/180	36	18	18	72	кр 36/экз
Итого	8/288	54	36	18	108	Экзамен (36), кр Экзамен (36)

Владимир 2016

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины «Гидропневмоавтоматика и приводы мехатронных и робототехнических систем» являются изучение устройства и работы элементов автоматизированных гидро- и пневмоприводов, структуры, работы, проектирования и расчёта гидро- и пневмосистем технологического оборудования, методов построения систем приводов, средств построения измерительных систем, регуляторов и силовых преобразователей и их характеристик, принципов действия, характеристик и областей применения различных систем приводов, входящих в состав мехатронных и робототехнических систем, основных положений о назначении, основах устройства и функционирования, принципах работы и динамических характеристиках.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Гидропневмоавтоматика и приводы мехатронных и робототехнических систем» является обязательной дисциплиной вариативной части Б1.В.ОД блока дисциплин ОПОП бакалавриата по направлению 15.03.06 «Мехатроника и робототехника».

2.1 Для освоения дисциплины «Гидропневмоавтоматика и приводы мехатронных и робототехнических систем» необходимы знания, умения и готовности обучающегося по указанным разделам следующих дисциплин:

Дисциплины	Разделы	Знания, умения, навыки
Основы мехатроники и робототехники	основы мехатроники; основы робототехники.	принципы мехатроники. Методы построения мехатронных устройств; принципы построения промышленных роботов, их характеристики; приводы мехатронных устройств, промышленных роботов и вспомогательного оборудования.

2.2. Дисциплины, для которых освоение данной дисциплины необходимо, как предшествующее:

- «Проектирование мехатронных и робототехнических систем»;
- «Управление мехатронными и робототехническими системами»;
- «Испытания, наладка и эксплуатация мехатронных и робототехнических систем».

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Освоение дисциплины «Гидропневмоавтоматика и приводы мехатронных и робототехнических систем» направлено на формирование профессиональных (ПК) компетенций:

Компетенции	Предметное содержание способности
способностью составлять математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей, включая информационные, электро-механические, гидравлические, электрогидравлические, электронные устройства и средства вычислительной техники (ПК-1)	знать назначение, элементную базу, характеристики и регулировочные свойства гидроприводов; уметь применять, эксплуатировать и производить выбор электрических аппаратов, машин, электрического привода, элементов гидропривода; использовать приближенные методы расчета и выбора основных элементов гидравлических и электрических приводов;

	владеть методами расчета, проектирования и конструирования электроэнергетического и электротехнического, гидравлического оборудования и систем;
способностью разрабатывать экспериментальные макеты управляющих, информационных и исполнительных модулей мехатронных и робототехнических систем и проводить их экспериментальное исследование с применением современных информационных технологий (ПК-3)	знать математическое описание, схемы включения, основные параметры и элементы проектирования гидроприводов, электроприводов; уметь проводить типовые лабораторные испытания электрических приводов; владеть навыками проведения стандартных испытаний электроэнергетического и электротехнического оборудования и систем;
готовностью участвовать в проведении предварительных испытаний составных частей опытного образца мехатронной или робототехнической системы по заданным программам и методикам и вести соответствующие журналы испытаний (ПК-13)	знать виды гидродвигателей, их назначение, принцип действия, область применения; уметь анализировать параметры и требования источников питания, а также характеристики нагрузки, как основы технического задания для проектирования электроприводов и их компонентов; владеть навыком оценки эффективности работы гидропривода;
готовностью собирать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по тематике исследования, использовать достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии в своей профессиональной деятельности (ОПК-4)	знать виды, назначение и устройство элементов гидроаппаратуры гидродросселей, гидрораспределителей, гидроклапанов, гидрозамков, гидроусилителей; требования, предъявляемые к жидкостям для гидроприводов; уметь разрабатывать и анализировать простые модели гидроприводов, электроприводов и их элементов; владеть навыками анализа простых моделей электроприводов

3.2. В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать:

- назначение, элементную базу, характеристики и регулировочные свойства гидроприводов (ПК-1);
- математическое описание, схемы включения, основные параметры и элементы проектирования гидроприводов, электроприводов (ПК-3);
- виды гидродвигателей, их назначение, принцип действия, область применения (ПК-13);
- виды, назначение и устройство элементов гидроаппаратуры гидродросселей, гидрораспределителей, гидроклапанов, гидрозамков, гидроусилителей (ОПК-4);
- требования, предъявляемые к жидкостям для гидроприводов (ОПК-4).

уметь:

- применять, эксплуатировать и производить выбор электрических аппаратов, машин, электрического привода, элементов гидропривода (ПК-1);
- использовать приближенные методы расчета и выбора основных элементов гидравлических и электрических приводов (ПК-1);
- проводить типовые лабораторные испытания электрических приводов (ПК-3);
- анализировать параметры и требования источников питания, а также характеристики нагрузки, как основы технического задания для проектирования электроприводов и их компонентов (ПК-13);
- разрабатывать и анализировать простые модели гидроприводов, электроприводов и их элементов (ОПК-4).

Владеть:

- методами расчета, проектирования и конструирования электроэнергетического и электротехнического, гидравлического оборудования и систем (ПК-1);
- навыками проведения стандартных испытаний электроэнергетического и электротехнического оборудования и систем (ПК-3);
- производить оценку эффективности работы гидропривода (ПК-13);
- навыками анализа простых моделей электроприводов (ОПК-4).

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц, 288 часа.

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС	КП / КР		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.	Основы механики электропривода	4	1-2	2	4			6		2/25	
2.	Электроприводы с двигателями постоянного тока	4	3-7	4	4			6		6/43	рейтинг-контроль №1
3.	Электроприводы с двигателями переменного тока	4	8-12	6	4			8		6/43	рейтинг-контроль №2
4.	Электроприводы с шаговыми двигателями	4	13-14	2	2			8		2/33	
5.	Основы синтеза приводов	4	15-18	4	4			8		6/50	рейтинг-контроль №3
	Итого за 4 семестр			18	18			36		24/44	Экзамен
6.	Введение. Общие сведения о жидкости. Гидростатика.	5	1-2	4	2	2		9		4/66	
7.	Кинематика и динамика жидкости. Режим течения жидкости.	5	3-4	4	2	2		9		4/66	
8.	Местные гидравлические сопротивления. Истечение жидкости через отверстия и насадки	5	5-6	4	2	2		9		2/33	Рейтинг-контроль №1

9.	Движение жидкости по трубопроводам. Силовое взаимодействие потока с твердым телом.	5	7-8	4	2	2		9		2/33	
10.	Гидропривод. Общие сведения.	5	9	2	2	2		9		2/50	
11.	Объемные гидромашины. Объемные гидродвигатели. Гидроаппаратура, вспомогательные устройства и гидрролинии	5	10-12	6	2	2		9		4/50	Рейтинг-контроль №2
12.	Управление приводом и его регулирование. Гидродинамические передачи. Следящие гидроприводы (гидроусилители).	5	13-15	6	2	4		9		6/60	
13.	Гидроприводы мехатронных устройств и промышленных роботов.	5	16-18	6	2	2		9		4/50	Рейтинг-контроль №3
	Итого за 5 семестр			36	18	18		72	КР	24/44	Экзамен
	Всего			54	36	18		108	КР	48/44	Экзамен, КР, экзамен

4.1. Лекции

Раздел 1. Основы механики электропривода

Электропривод. Назначение, определение, структура, состав, применение электропривода в мехатронных и робототехнических устройствах. Уравнения механического движения. Установившийся режим (статика). Механические характеристики электродвигателя и нагрузки. Приведение моментов сопротивления и инерции нагрузки к валу двигателя. Рабочие нагрузки в манипуляторе робота. Энергетический расчет. Требования к электроприводам промышленных роботов и станков с ЧПУ.

Раздел 2. Электроприводы с двигателями постоянного тока

Электроприводы с двигателями постоянного тока. Классификация электроприводов, характеристики и требования к электроприводам мехатронных и робототехнических устройств. Силовые преобразователи. Широтно-импульсные преобразователи: принцип действия, базовые схемы на транзисторах и тиристорах. Схемы управления. Управляемые выпрямители: принцип действия, базовые схемы. Схема импульсно-фазового управления. Передаточные функции электродвигателя, силового преобразователя и привода регулирования частоты вращения. Структурные схемы электроприводов. Передаточные функции и структурные схемы приводов, замкнутых по положению.

Раздел 3. Электроприводы с двигателями переменного тока

Асинхронные и синхронные двигатели для промышленных роботов. Преобразователи переменного тока. Инверторы напряжения и тока. Частотно-токовое и векторное управление в приводах с асинхронными двигателями; функциональные схемы, математическое описание. Электропривод с синхронными и вентильными двигателями: силовые преобразователи, схемы управления, математическое описание.

Раздел 4. Электроприводы с шаговыми двигателями

Виды шаговых двигателей: вращательные, линейные. Способы управления. Схемы управления: инверторы – нереверсивные, реверсивные, распределители импульсов. Управление с дроблением шага. Схемы управления, математическое описание.

Раздел 5 . Основы синтеза приводов

Передаточные функции приводов. Введение обратных связей по скорости и ускорению, структурные схемы. Структура привода, как системы подчиненного регулирования. Математическая модель привода. Синтез привода как системы подчиненного регулирования: синтез контуров тока, скорости положения на оптимальный и симметричный оптимум. Позиционно-силовое управление в электроприводах мехатронных и робототехнических систем. Учет особенностей механической передачи – двухмассовая модель в составе привода, математическая модель. Изменение моментов инерции при эквивалентном изменении длин «плеч».

Раздел 6. Общие сведения о жидкости. Гидростатика

Основные свойства жидкостей. Силы, действующие в жидкости. Давление в жидкости. Гидростатическое давление и его свойство. Основное уравнение гидростатики. Дифференциальное уравнение равновесия жидкости. Поверхности равного давления. Полное (абсолютное) и манометрическое (избыточное) давления. Пьезометрическая высота. Вакуум. Сила давления жидкости на плоскую стенку. Сила давления жидкости на криволинейные стенки. Плавание тел.

Раздел 7. Кинематика и динамика жидкости. Режим течения жидкости

Основные понятия. Расход и средняя скорость. Уравнение Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости. Уравнение Бернулли для потока реальной (вязкой) жидкости. Гидравлические потери. Режимы течения жидкости. Режимы течения жидкости в трубах. Кавитация. Ламинарное течение. Теория ламинарного течения в круглых трубах. Облитерация щелей. Турбулентное течение. Основные сведения. Гидравлически гладкие трубы. Шероховатые трубы. Потери в некруглых трубах.

Раздел 8. «Местные гидравлические сопротивления. Истечение жидкости через отверстия и насадки»

Общие сведения. Внезапное расширение. Постепенное расширение русла. Сужение русла. Поворот русла. Эквивалентная длина. Истечение жидкости через отверстия и насадки. Истечение жидкости через малое отверстие в тонкой стенке при постоянном напоре. Истечение жидкости через отверстие при переменном напоре. Истечение жидкости через насадки. Истечение жидкости через большое боковое отверстие. Водосливы.

Раздел 9. Движение жидкости по трубопроводам. Силовое взаимодействие потока с твердым телом

Простой трубопровод. Напорные характеристики трубопроводов. Сложные трубопроводы. Гидравлический удар в трубопроводе. Свободные струи. Обтекание тел жидкостью. Подъемная сила и сила лобового сопротивления.

Раздел 10. Гидропривод. Общие сведения

Преимущества и недостатки гидропривода. Напор и давление гидромашин. Баланс мощности. КПД гидropередачи. Рабочие жидкости для гидросистем мехатронных и робототехнических устройств.

Раздел 11. Объемные гидромашин. Объемные гидродвигатели. Гидроаппаратура, вспомогательные устройства и гидрولинии

Общие сведения. Поршневые насосы. Роторные насосы. Радиально-поршневые насосы. Аксиально-поршневые насосы. Пластинчатые насосы. Шестеренные насосы. Характеристики насоса. Сравнительные данные различных типов насосов. Объемные гидродвигатели. Гидромоторы. Гидроцилиндры и поворотные гидродвигатели.

Раздел 12. Управление приводом и его регулирование. Гидродинамические передачи. Следящие гидроприводы (гидроусилители)

Дроссельное регулирование. Объемное регулирование. Гидродинамические передачи. Общие сведения. Характеристики гидромуфт. Регулирование гидромуфт. Следящие гидроприводы (гидроусилители).

Раздел 13. Гидроприводы мехатронных устройств и промышленных роботов

Гидроприводы мехатронных устройств и промышленных роботов. Применение гидродвигателей для привода промышленных роботов. Типы гидродвигателей, применяемые в гидроприводах промышленных роботов.

4.2. Практические занятия, семестр 4

№ п/п	№ раздела дисциплины	Объем, часов	Тема практического занятия
1	1	2	Анализ исполнительного механизма. Приведение моментов и сил в механических системах
2	1	2	Энергетический расчет
3	2	2	Силовые преобразователи приводов с двигателями постоянного тока двигателей
4	2	2	Структурные схемы приводов с двигателями постоянного тока
5	3	2	Силовые преобразователи приводов с двигателями переменного тока
6	3	2	Структурные схемы приводов с двигателями переменного тока
7	4	2	Схемы управления приводов с шаговыми двигателями
8,9	5	4	Синтез приводов как системы подчиненного регулирования
Итого:		18	

Практические занятия, семестр 5

№ п/п	№ раздела дисциплины	Объем, часов	Тема практического занятия
1	2	2	Пропорциональный регулятор. Сильфонные регуляторы. Мембранные регуляторы. Элементы пневмоники.
2	3	2	Элементы клапанного типа. Элементы золотникового типа. Примеры синтеза логических цепей
3	5	2	Влияние вязкости и инерции жидкости. Элементы, работающие на эффекте Коанда.
4	7	2	Анализ исполнительного механизма
5	8	2	Выбор исполнительного двигателя
6	8	2	Построение силового преобразователя
7	8	2	Проектирование регуляторов координат привода
8	9	2	Проектирование интеллектуальных регуляторов
9	9	2	Моделирование приводов
Итого:		18	

4.2. Лабораторные работы, семестр 5

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, часов	Тема лабораторной работы
1	2	2	Исследование двигателя постоянного тока с параллельным и последовательным возбуждением
2	3	2	Исследование асинхронного двигателя при векторном управлении
3	3	2	Исследование рабочих и механических характеристик электропривода переменного тока
4	1	2	Исследование параметров механической части электропривода
5	2	2	Исследование электропривода с вентильным двигателем
6	3	2	Изучение устройства и принципа работы преобразователя частоты
7	3	2	Исследование преобразователя частоты при работе на асинхронный двигатель
8	4	2	Исследование шагового привода
9	5	2	Синтез регулятора тока и скорости
Итого:		18	

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Для реализации компетентного подхода в учебный процесс интегрируются интерактивные образовательные технологии, включая информационные и коммуникационные технологии (ИКТ), а также применяются:

- учебные дискуссии;
- видеотренинги;
- методы групповой работы;
- компьютерная симуляция (процессов, объектов и т. п. по профилю дисциплины);
- мультимедийные технологии при проведении учебных занятий.

Для проведения контрольных мероприятий предлагается использовать компьютерные контрольные задания.

Самостоятельная работа студентов подкрепляется использованием ресурсов Интернет.

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

6.1. Семестр 4

6.1.1. Текущий контроль:

Рейтинг-контроль №1

1. Основные понятия и определения в области электропривода.
2. Классификация приводов.
3. Виды моментов на объекте управления: реактивные активные (потенциальные).
4. Приведение моментов сопротивления и инерции от объекта к валу двигателя для вращательного движения
5. Приведение моментов сопротивления и инерции от объекта к валу двигателя для линейного перемещения.
6. Нагрузочные диаграммы приводов.

7. Рабочие нагрузки в манипуляторе робота.
8. Составляющие моментов в манипуляторах от неуравновешенности и длин плеч.
9. Типовые входные воздействия для приводов станков с ЧПУ и промышленных роботов.
10. Условия выбора двигателя по мощности.
11. Определение моментов и мощности на участках разгона и торможения, движения с постоянной скоростью.
12. Выбор мощности двигателя по эквивалентному моменту.
13. Требования к электроприводам мехатронных и робототехнических устройств.

Рейтинг-контроль №2

1. Управляемый выпрямитель с нулевым проводом (нулевая схема) для реверсивных приводов.
2. Мостовая схемы управляемого выпрямителя для реверсивных приводов.
3. Схема импульсно-фазового управления (СИФУ), алгоритм формирования управляющих импульсов.
4. Выражения для тока и напряжения в цепи якоря двигателя постоянного тока.
5. ШИП базовые схемы на транзисторах.
6. ШИП на транзисторах с повышенной нагрузочной способностью.
7. Элементы защиты транзисторов и тиристоров в силовых преобразователях электроприводов.
9. Передаточные функции и структурные схемы электроприводов (регуляторов тока) с двигателями постоянного тока.
10. Введение обратной связи по скорости и току.
11. Передаточные функции и структурные схемы следящего электропривода с двигателями постоянного тока.
12. Инвертор напряжения для двигателей переменного тока схема, внешняя характеристика.
13. Инвертор тока для двигателей переменного тока схема, внешняя характеристика.
14. Частотно-токовое управление в АД, зависимости, определяющие принцип управления.
15. Функциональная схема асинхронного электропривода с частотно-токовым управлением.

Рейтинг-контроль №3

1. Векторное управление в АД, зависимости, определяющие принцип управления.
2. Функциональная схема асинхронного электропривода с векторным управлением.
3. Функциональная схема вентильного электропривода.
4. Передаточные функции и структурные схемы следящего электропривода с двигателями переменного тока.
5. Функциональная схема блока управления ШД.
6. Управление ШД с дроблением шага.
7. Принцип действия коммутатора (неревверсивная и реверсивная схемы).
8. Регуляторы в контуре привода: П, ПИ.
9. Регуляторы в контуре привода: П,ПИД.
10. Представление привода с контурами скорости и тока как системы подчиненного регулирования.
11. Настройка контуров тока и скорости на оптимальный и симметричный оптимум.
12. Синтез следящего привода как системы подчиненного регулирования.
13. Позиционно-силовое управление в электроприводах мехатронных и робототехнических систем.
14. Представление звеньев: двигатель – механическая передача-нагрузка как двух-массовой системы; математическая модель.

6.1.2. Промежуточная аттестация. Экзамен.

Вопросы к экзамену, 4 семестр

1. Основные понятия и определения в области электропривода.
2. Классификация приводов.
3. Виды моментов на объекте управления: реактивные активные (потенциальные).
4. Приведение моментов сопротивления и инерции от объекта к валу двигателя для вращательного движения
5. Приведение моментов сопротивления и инерции от объекта к валу двигателя для линейного перемещения.
6. Нагрузочные диаграммы приводов.
7. Рабочие нагрузки в манипуляторе робота.
8. Составляющие моментов в манипуляторах от неуравновешенности и длин плеч.
9. Типовые входные воздействия для приводов станков с ЧПУ и промышленных роботов.
10. Условия выбора двигателя по мощности.
11. Определение моментов и мощности на участках разгона и торможения, движения с постоянной скоростью.
12. Выбор мощности двигателя по эквивалентному моменту.
13. Требования к электроприводам мехатронных и робототехнических устройств.
14. Управляемый выпрямитель с нулевым проводом (нулевая схема) для реверсивных приводов.
15. Мостовая схемы управляемого выпрямителя для реверсивных приводов.
 16. Схема импульсно-фазового управления (СИФУ), алгоритм формирования управляющих импульсов.
17. Выражения для тока и напряжения в цепи якоря двигателя постоянного тока.
18. Широтно-импульсные преобразователи (ШИП): принцип действия.
19. ШИП базовые схемы на транзисторах.
20. ШИП на транзисторах с повышенной нагрузочной способностью.
21. Элементы защиты транзисторов и тиристоров в силовых преобразователях электроприводов.
22. Передаточные функции и структурные схемы электроприводов (регуляторов тока) с двигателями постоянного тока.
23. Введение обратной связи по скорости и току.
24. Передаточные функции и структурные схемы следящего электропривода с двигателями постоянного тока.
25. Инвертор напряжения для двигателей переменного тока схема, внешняя характеристика.
26. Инвертор тока для двигателей переменного тока схема, внешняя характеристика.
27. Частотно-токовое управление в АД, зависимости, определяющие принцип управления.
28. Функциональная схема асинхронного электропривода с частотно-токовым управлением.
29. Векторное управление в АД, зависимости, определяющие принцип управления.
30. Функциональная схема асинхронного электропривода с векторным управлением
31. Функциональная схема вентильного электропривода.
32. Передаточные функции и структурные схемы следящего электропривода с двигателями переменного тока.
33. Функциональная схема блока управления ШД.
34. Управление ШД с дроблением шага.
35. Принцип действия коммутатора (неревверсивная и реверсивная схемы).
36. Регуляторы в контуре привода: П, ПИ.
37. Регуляторы в контуре привода: П, ПИД.

38. Представление привода с контурами скорости и тока как системы подчиненного регулирования.
39. Настройка контуров тока и скорости на оптимальный и симметричный оптимум.
40. Синтез следящего привода как системы подчиненного регулирования.
41. Позиционно-силовое управление в электроприводах мехатронных и робототехнических систем.
42. Представление звеньев: двигатель –механическая передача-нагрузка как двух-массовой системы; математическая модель.

6.2. Семестр 5

6.2.1. Рейтинг-контроль

Вопросы к рейтинг-контролю №1

1. Основные свойства жидкостей. Силы, действующие в жидкости. Давление в жидкости.
2. Гидростатическое давление и его свойство. Основное уравнение гидростатики. Дифференциальное уравнение равновесия жидкости.
3. Поверхности равного давления. Полное и манометрическое давления.
4. Сила давления жидкости на плоскую стенку. Сила давления жидкости на криволинейные стенки.
5. Плавание тел.
6. Расход и средняя скорость течения жидкости. Уравнение Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости.
7. Уравнение Бернулли для потока реальной (вязкой) жидкости. Гидравлические потери.
8. Режимы течения жидкости. Режимы течения жидкости в трубах. Кавитация.
9. Ламинарное течение. Теория ламинарного течения в круглых трубах. Облитерация щелей.
10. Турбулентное течение. Основные сведения.
11. Гидравлически гладкие трубы. Шероховатые трубы.
12. Потери в некруглых трубах.
13. Внезапное расширение русла.
14. Постепенное расширение русла.
15. Сужение русла. Поворот русла.
16. Эквивалентная длина.
17. Истечение жидкости через малое отверстие в тонкой стенке при постоянном напоре.
18. Истечение жидкости через отверстие при переменном напоре.
19. Истечение жидкости через большое боковое отверстие.
20. Водосливы.

Рейтинг-контроль №2

1. Простой трубопровод. Напорные характеристики трубопроводов.
2. Сложные трубопроводы.
3. Гидравлический удар в трубопроводе.
4. Свободные струи. Обтекание тел жидкостью.
5. Подъемная сила и сила лобового сопротивления.
6. Преимущества и недостатки гидропривода.
7. Напор и давление гидромашины.
8. Баланс мощности. КПД гидropередачи.
9. Рабочие жидкости для гидросистем мехатронных и робототехнических устройств.
10. Поршневые насосы.
11. Роторные насосы.
12. Радиально-поршневые насосы.
13. Аксиально-поршневые насосы.

14. Пластинчатые насосы.
15. Шестеренные насосы.
16. Характеристики насоса.
17. Сравнительная характеристика различных типов насосов.
18. Объемные гидродвигатели.
19. Гидромоторы.
20. Гидроцилиндры и поворотные гидродвигатели.

Рейтинг-контроль №3

1. Управление приводом и его регулирование
2. Дроссельное регулирование.
3. Объемное регулирование.
4. Гидродинамические передачи.
5. Характеристики гидромуфт.
6. Регулирование гидромуфт.
7. Следящие гидроприводы (гидроусилители).
8. Гидроприводы мехатронных устройств и промышленных роботов.
9. Применение гидродвигателей для привода промышленных роботов.
10. Типы гидродвигателей, применяемых в гидроприводах промышленных роботов.

6.2.2. Курсовая работа

1. Тема курсовой работы. Синтез электропривода мехатронного модуля перемещения.
2. Исходные данные (выбираются согласно заданного варианта по методическим указаниям).
 - 2.1. Характеристика объекта регулирования:
 - вид перемещения: угловое (линейное);
 - вид кинематической схемы;
 - моменты сопротивления и инерции объекта регулирования;
 - вид входного воздействия, скорости и ускорения движения объекта регулирования;
 - вид и характеристики силового преобразователя: ШИМ (УВ).
 - 2.2.. Показатели качества:
 - время переходного процесса;
 - перерегулирование;
 - число перерегулирований;
 - точность в режиме слежения с постоянной скоростью
 3. Содержание работы.
 - 3.1. Энергетический расчет.
 - 3.1.1. Предварительный выбор двигателя и параметров механической передачи.
 - 3.1.2. Уточненный выбор двигателя из условия обеспечения максимальных значений ускорения на участках разгон и торможения, движения с постоянной скоростью и эквивалентного момента. Выбор типа двигателя.
 - 3.1.3. Определение требований к силовому преобразователю.
 - 3.2. Синтез электропривода привода, как системы автоматического управления (САУ) с подчиненным регулированием.
 - 3.2.1. Составить функциональную и структурную электропривода.
 - 3.2.2. Определить передаточные функции звеньев и САУ по управляющему, возмущающему воздействиям и по ошибке, представив ее как систему подчиненного регулирования.
 - 3.2.3. Синтезировать систему по заданным показателям качества и определить вид и значения параметров корректирующих звеньев.

4. Провести моделирование САУ в среде Matlab. Определить временные и частотные характеристики исходной САУ и полученной в результате синтеза.

Примечание. Курсовая работа также может выполняться по различным разделам настоящей дисциплины: по тематике хозяйственных и госбюджетных НИР и ОКР, выполняемых на кафедре; теме дипломного проекта; по тематике предприятий.

6.2.3. Промежуточная аттестация. Экзамен.

Вопросы к экзамену, семестр 5

1. Основные свойства жидкостей. Силы, действующие в жидкости. Давление в жидкости.
2. Гидростатическое давление и его свойство. Основное уравнение гидростатики. Дифференциальное уравнение равновесия жидкости.
3. Поверхности равного давления. Полное и манометрическое давления.
4. Сила давления жидкости на плоскую и криволинейную стенки.
5. Плавание тел.
6. Расход и средняя скорость течения жидкости. Уравнение Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости.
7. Уравнение Бернулли для потока реальной (вязкой) жидкости. Гидравлические потери.
8. Режимы течения жидкости. Режимы течения жидкости в трубах. Кавитация.
9. Ламинарное течение. Теория ламинарного течения в круглых трубах. Турбулентное течение. Основные сведения.
10. Гидравлически гладкие трубы. Шероховатые трубы.
11. Потери в некруглых трубах.
12. Внезапное расширение русла.
13. Постепенное расширение русла.
14. Сужение русла. Поворот русла.
15. Эквивалентная длина.
16. Истечение жидкости через малое отверстие в тонкой стенке при постоянном напоре.
17. Истечение жидкости через отверстие при переменном напоре.
18. Истечение жидкости через большое боковое отверстие.
19. Водосливы.
20. Простой трубопровод. Напорные характеристики трубопроводов.
21. Сложные трубопроводы.
22. Гидравлический удар в трубопроводе.
23. Свободные струи. Обтекание тел жидкостью.
24. Подъемная сила и сила лобового сопротивления.
25. Преимущества и недостатки гидропривода.
26. Напор и давление гидромашины.
27. Баланс мощности. КПД гидропередачи.
28. Рабочие жидкости для гидросистем мехатронных и робототехнических устройств.
29. Поршневые насосы.
30. Роторные насосы.
31. Радиально-поршневые насосы.
32. Аксиально-поршневые насосы.
33. Пластинчатые насосы.
34. Шестеренные насосы.
35. Характеристики насоса.
36. Сравнительная характеристика различных типов насосов.
37. Объемные гидродвигатели.
38. Гидромоторы.

39. Гидроцилиндры и поворотные гидродвигатели.
40. Управление приводом и его регулирование
41. Дроссельное регулирование.
42. Объемное регулирование.
43. Гидродинамические передачи.
44. Характеристики гидромуфт.
45. Регулирование гидромуфт.
46. Следящие гидроприводы (гидроусилители).
47. Гидроприводы мехатронных устройств и промышленных роботов.
48. Применение гидродвигателей для привода промышленных роботов.
49. Типы гидродвигателей, применяемых в гидроприводах промышленных роботов.

6.4. Самостоятельная работа студентов.

Самостоятельная работа студента выполняется в соответствии с учебным планом и программой дисциплины. Самостоятельная работа выполняется с целью углубления и закрепления теоретических знаний, и в период подготовки и выполнения практических и лабораторных занятий, выполнения курсовой работы. Для самостоятельной работы используется основная и дополнительная литература, периодические издания (журналы и ресурсы интернет), указанные в разделе 7 настоящей рабочей программы. Могут быть также использованы другие источники, имеющиеся в свободном доступе. Время для самостоятельной работы по прорабатываемому материалу разделов распределяется согласно таблицы.

№ п/п	Раздел дисциплины	Темы самостоятельной работы студентов	Трудоемкость, часов
1.	1.	Определение моментов сопротивления и инерции компонентов механических передач и роторов двигателей. Анализ механических характеристик двигателей постоянного и переменного тока при различных способах управления.	0
2.	2.	Анализ типовых схем силовых преобразователей (ШИМ, УВ) в приводах с двигателями постоянного тока. Структурные схемы электроприводов с обратными связями по скорости, току. Виды регулятор, реализация на аппаратном и программном уровне.	6
3.	3.	Анализ типовых схем силовых преобразователей (инверторы напряжения и тока) в приводах с двигателями переменного тока, синхронными и вентильными двигателями. Структурные схемы электроприводов с частотно-токовым и векторным управлением.	8
4.	4.	Характеристики шаговых двигателей (ШД). Анализ схем распределителей импульсов нереверсивных и реверсивных приводов с шаговыми двигателями в т.ч. с дробление шага (функциональные и принципиальные электрические схемы, блок-схемы алгоритмов работы, временные диаграммы).	8
5.	5.	Этапы синтеза электропривода с подчиненным регулированием координат. Выделение контуров. Синтез контура на оптимум по модулю. Математическое описание звеньев двигатель-механическая передача – нагрузка как двух и трехмассовой системы, уравнения, структурная схема модели, определение значений жесткости и демпфирования. Аппаратная и программная реализация регуляторов	8

		Итого за 4 семестр	36
6.	6.	Введение. Общие сведения о жидкости. Гидростатика.	9
7.	7.	Кинематика и динамика жидкости. Режим течения жидкости. Характеристики, определение числовых значений.	9
8.	8.	Местные гидравлические сопротивления, примеры. Истечение жидкости через отверстия и насадки, характеристики расхода.	9
9.	9.	Движение жидкости по трубопроводам. Силовое взаимодействие потока с твердым телом. Взаимодействие тел.	9
10.	10.	Гидропривод. Общие сведения, эксплуатационные характеристики, области применения.	9
11.	11.	Объемные гидромашины и гидродвигатели. Гидроаппаратура, вспомогательные устройства и гидролинии. Области применения, характеристики.	9
12.	12.	Управление приводом и его регулирование. Гидродинамические передачи. Следящие гидроприводы (гидроусилители). Области применения, характеристики. Примеры промышленных приводов для станков с ЧПУ и промышленных роботов.	9
13.	13.	Гидроприводы мехатронных устройств и промышленных роботов. Примеры промышленных приводов для станков с ЧПУ и промышленных роботов.	9
		Итого за 5 семестр	72

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

а) основная литература:

1. Анучин, А.С. Системы управления электроприводов [Электронный ресурс] : учебник для вузов / Анучин А.С. – М.: Издательский дом МЭИ, 2015. – 373с.
2. "Гидравлика [Электронный ресурс] : Учебное пособие / Тужилкин А.М., Злобин Е.К., Бурдова М.Г., Белоусов Р.О. - М. : Издательство АСВ, 2011. - 1.
3. Афонин В.И., Еропова Е.В., Родионов Р.В., Умнов В.П. Электрический привод: методические указания к лабораторным работам. – Владимир: ВлГУ, 2013. – 67с..

б) дополнительная литература:

1. Масандилов, Л.Б. Машиностроение. Электроприводы. Т. IV-2 [Электронный ресурс] / Л.Б. Масандилов, Ю.Н. Сергиевский, С.К. Козырев; ред. совет: К.В. Фролов (пред.) и др. - М.: Машиностроение, 2012. -529с.
2. Проектирование объемных гидроприводов. [Электронный ресурс] / Гойдо М.Е. - М.: Машиностроение, 2009
3. Гидравлика и гидропривод [Электронный ресурс] : Учебное пособие для вузов / Под общ. ред. И.Л. Пастоева. - 4-е изд., стер. - М. : Горная книга, 2007. - (ГОРНОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ).

в) периодические издания:

1. Теоретический и прикладной научно-технический журнал «Мехатроника, автоматизация, управление».

в) интернет-ресурсы:

1. Сайт журнала «Мехатроника, автоматизация, управление» - <http://novtex.ru/mech/>;

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Лекционные занятия (ауд.316-2):
 - a) доска, маркер, комплект электронных презентаций/слайдов, учебные видео-фильмы
 - b) аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук).
2. Практические занятия (ауд.106-2):
 - a) ПЭВМ – 10 шт.;
 - b) презентационная техника (проектор, экран, компьютер/ноутбук);
 - c) пакеты ПО общего назначения (MS Office);
 - d) ПО Matlab, с версией Simulink.
 - e) робот модели РМ01;
 - f) робот модели РТ10;
 - g) робот модели Электроника НЦ-ТМ;
 - e) станок с ЧПУ модели МА6300.
3. Лабораторные занятия (ауд.105-б):
 - a) ПО Matlab, с версией Simulink;
 - b) многоцелевой стенд на базе привода фирмы КЕВ;
 - c) многоцелевой стенд на базе привода фирмы Hitachi;
 - d) стенд для исследования шагового привода;
 - e) робот модели РМ01;
 - f) робот модели РТ10 (ауд. 106);
 - g) робот модели Электроника НЦ-ТМ (ауд. 106).
4. Прочее:
 - a) рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет,
 - b) рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

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

Рабочую программу составили:

д.т.н., профессор
к.т.н., доцент
д.т.н., профессор



О.В. Веселов
Е.В. Еропова
А.А. Кобзев

Рецензент (представитель разработчика):

ПАО «НИПТИЭМ»,

начальник лаборатории испытания электроприводов _____ Родионов Р.В.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры МиЭСА,

протокол № 9 от 25.04 2016 года

Заведующий кафедрой _____ Кобзев А.А.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии
направления 15.03.06 «Мехатроника и робототехника».

протокол № 3 от 26.04 2016 года

Председатель комиссии _____ Кобзев А.А.

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ
ГИДРОПНЕВМОАВТОМАТИКА И
ПРИВОДЫ МЕХАТРОННЫХ И РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

Рабочая программа одобрена на 2017/18 учебный год

Протокол заседания кафедры № 13 от 29.06.17 года

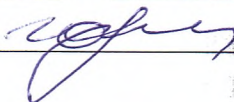
Заведующий кафедрой _____



Рабочая программа одобрена на 2018-2019 учебный год

Протокол заседания кафедры № 12 от 27.06.18 года

Заведующий кафедрой _____



Рабочая программа одобрена на 2019-2020 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 01.07.19 года

Заведующий кафедрой _____

