

**Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

Направление подготовки/специальность: 15.04.06 Мехатроника и робототехника

Наименование образовательной программы: Разработка компьютерных технологий управления и математического моделирования в робототехнике и мехатронике

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Системный подход в проектировании робототехнических и мехатронных систем**

**Москва
2025**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Меркурьев И.В.
	Идентификатор	Rd52c763c-MerkuryevIV-1e4a883c

И.В.
Меркурьев

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Свириденко О.В.
	Идентификатор	R9097b88f-SviridenkoOV-16830d5f

О.В.
Свириденко

Заведующий
выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Меркурьев И.В.
	Идентификатор	Rd52c763c-MerkuryevIV-1e4a883c

И.В.
Меркурьев

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ОПК-3 Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений на всех этапах жизненного уровня

ИД-1 Демонстрирует знание основных правил техники безопасности, охраны труда, производственной санитарии и охраны окружающей среды

2. ОПК-5 Способен разрабатывать нормативно-техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью с учетом стандартов, норм и правил

ИД-1 Разрабатывает нормативно-техническую документацию, обеспечивающую качество робототехнических и мехатронных устройств и соответствие их требованиям безопасности, условиям эксплуатации

3. ОПК-7 Способен разрабатывать современные экологичные и безопасные методы рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении

ИД-1 Производит выбор оборудования и его режима функционирования для обеспечения оптимального энергопотребления

4. ОПК-10 Способен разрабатывать методики контроля и обеспечения производственной и экологической безопасности на рабочих местах

ИД-1 Разрабатывает мероприятия обеспечивающие безопасность жизнедеятельности персонала на рабочих местах, контроль за соблюдением правил техники безопасности

5. ПК-1 Способен разрабатывать техническое задание на проектирование мехатронных и робототехнических систем их подсистем, участвовать в разработке конструкторской и проектной документации в соответствии с имеющимися стандартами и техническими условиями

ИД-5 Обеспечивает соблюдение требований нормативно-технической документации, ее соответствия утвержденным требованиям безопасности, условиям эксплуатации мехатронных и робототехнических систем и их подсистем

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Письменная работа

1. Классификация, схемотехнические исполнения, статические и динамические характеристики гидромеханических следящих приводов с дроссельным управлением для силовых систем МРтС (Решение задач)

2. Морфологические «портреты» электропневмогидравлических модулей (ЭпМ) для силовых систем мехатронных и робототехнических систем (МРтС). (Решение задач)

3. Расчёт энергетических, регулировочных характеристик и зоны нечувствительности следящего привода с дроссельным управлением для заданных законов движения и структуры нагрузки регулируемых органов (РО) МРтС. (Контрольная работа)

4. Схемотехнические исполнения, энергетические, регулировочные и динамические характеристики шаговых приводов, приводов с насосным, моторным и частотным управлением и автономных гидроприводов. Перспективы применения в приводах новых решений. (Контрольная работа)

БРС дисциплины

1 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Морфологические «портреты» электропневмогидравлических модулей (ЭпгМ) для силовых систем мехатронных и робототехнических систем (МРТС). (Решение задач)
- КМ-2 Классификация, схемотехнические исполнения, статические и динамические характеристики гидромеханических следящих приводов с дроссельным управлением для силовых систем МРТС (Решение задач)
- КМ-3 Расчёт энергетических, регулировочных характеристик и зоны нечувствительности следящего привода с дроссельным управлением для заданных законов движения и структуры нагрузки регулируемых органов (РО) МРТС. (Контрольная работа)
- КМ-4 Схемотехнические исполнения, энергетические, регулировочные и динамические характеристики шаговых приводов, приводов с насосным, моторным и частотным управлением и автономных гидроприводов. Перспективы применения в приводах новых решений. (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	12	15
Назначение МРТС. Морфологический метод генерирования вариантов модулей. Исходная и расчётная структуры. Законы движения регулируемых органов МРТС. Статические характеристики. Критерии энергодостаточности, чувствительности и статической точности. Расчёт базовых параметров энергетического контура модулей					
Назначение МРТС. Морфологический метод генерирования вариантов модулей. Исходная и расчётная структуры. Законы движения регулируемых органов МРТС. Статические характеристики. Критерии энергодостаточности, чувствительности и статической точности. Расчёт базовых параметров энергетического контура модулей		+			
Гидромеханический следящий привод с дроссельным управлением потоками жидкости как базовый исполнительный модуль силовой системы МРТС					
Гидромеханический следящий привод с дроссельным управлением потоками жидкости как базовый исполнительный модуль силовой системы МРТС			+		
Электрогидравлический следящий привод с дроссельным управлением потоками жидкости как комбинированный исполнительный модуль силовой системы МРТС					

Электрогидравлический следящий привод с дроссельным управлением потоками жидкости как комбинированный исполнительный модуль силовой системы МРТС			+	
Шаговые электрогидростатические следящие приводы. Объёмные гидроприводы с машинным и частотным управлением. Автономные моноблочные электрогидростатические следящие приводы. Надёжность приводов. Современное состояние и перспективы развития				
Шаговые электрогидростатические следящие приводы. Объёмные гидроприводы с машинным и частотным управлением. Автономные моноблочные электрогидростатические следящие приводы. Надёжность приводов. Современное состояние и перспективы развития				+
Вес КМ:	20	20	30	30

БРС курсовой работы/проекта

1 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по курсовой работе:

- КМ-1 Обоснование выбора объекта исследования (ОИ). Реферативный обзор имеющихся исходных информационных данных.
- КМ-2 Аналитический обзор развития ОИ. Таблица эволюции ОИ. Состояние ОИ и выполняемые им функции в настоящее время. Массивы входных ресурсных факторов, дестабилизирующих воздействий, показателей работоспособности, конкурентоспособности и побочных показателей. Анализ конфликтности частных показателей конкурентоспособности. Соблюдение графика и оценка выполнения раздела КР.
- КМ-3 Построение логистической кривой развития ОИ. Анализ физических эффектов и принципов действия вариантов ОИ. Декомпозиционный анализ ОИ. Определение констант декомпозиционного и технического совершенства ОИ для выпускаемых промышленностью ОИ. Соблюдение графика и оценка выполнения раздела КР
- КМ-4 Аналитический обзор предпочтительных направлений совершенствования ОИ. Оценка сформированных направлений и сопоставление с рыночной динамикой развития ОИ. Написание и оформление расчётно-пояснительной записки по работе. Оформление РПЗ по КР и оценка качества оформления отчётных материалов.

Вид промежуточной аттестации – защита КР.

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	12	15
Получение и ознакомление с заданием на КР. Выбор объекта исследования (ОИ) из предметной области обучаемых. Получение литературы, формирование массива исходных данных для выполнения работы.		+			
Составление исторического обзора развития ОИ. Установление проблем и конфликтов развития ОИ в современных условиях. Формирование таблицы эволюции ОИ. Компоновка уточнённых массивов ресурсных факторов, дестабилизирующих воздействий, показателей работоспособности, конкурентоспособности			+		

и побочных показате-лей. Анализ конфликтности частных показателей конкурентоспособности.				
Составление исторического обзора развития ОИ. Установление проблем и конфликтов развития ОИ в современных условиях. Формирование таблицы эволюции ОИ. Компоновка уточнённых массивов ресурс-ных факторов, дестабилизирующих воздействий, показателей работоспособности, конкурентоспособности и побочных показате-лей. Анализ конфликтности частных показателей конкурентоспособности.			+	
Аналитический обзор предпочтительных направлений совершенствования ОИ. Оценка сформированных направлений и сопоставление их с рыночными реалиями. Написание и оформление расчётно-пояснительной записки по работе				+
Вес КМ:	15	35	25	25

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ОПК-3	ИД-1 _{ОПК-3} Демонстрирует знание основных правил техники безопасности, охраны труда, производственной санитарии и охраны окружающей среды	Знать: методы комплексной оценки, анализ работоспособности и конкурентоспособности МРтС по совокупности частных показателей технического, эксплуатационного, экономического характера в многомерной постановке;	КМ-4 Схемотехнические исполнения, энергетические, регулировочные и динамические характеристики шаговых приводов, приводов с насосным, моторным и частотным управлением и автономных гидроприводов. Перспективы применения в приводах новых решений. (Контрольная работа)
ОПК-5	ИД-1 _{ОПК-5} Разрабатывает нормативно-техническую документацию, обеспечивающую качество робототехнических и мехатронных устройств и соответствие их требованиям безопасности, условиям эксплуатации	Знать: современное состояние и перспективы развития МРтС	КМ-2 Классификация, схемотехнические исполнения, статические и динамические характеристики гидромеханических следящих приводов с дроссельным управлением для силовых систем МРтС (Решение задач)
ОПК-7	ИД-1 _{ОПК-7} Производит выбор оборудования и его режима функционирования для	Знать: методы получения расчётных схем эквивалентного	КМ-3 Расчёт энергетических, регулировочных характеристик и зоны нечувствительности следящего привода с дроссельным управлением для заданных законов движения и структуры нагрузки регулируемых органов (РО) МРтС. (Контрольная работа)

	обеспечения оптимального энергопотребления	замещения, принципы и способы формирования расчётных структур модулей, определения обликов эквивалентных схем МРТС и их частей.	
ОПК-10	ИД-1 _{ОПК-10} Разрабатывает мероприятия обеспечивающие безопасность жизнедеятельности персонала на рабочих местах, контроль за соблюдением правил техники безопасности	Уметь: осуществлять расчёт МРТС по критериям энергодостаточности, чувствительности, статической и динамической точности, быстродействию, статической и динамической жёсткости, формировать математические модели отдельных функциональных частей и МРТС в целом	КМ-1 Морфологические «портреты» электропневмогидравлических модулей (ЭпгМ) для силовых систем мехатронных и робототехнических систем (МРТС). (Решение задач)
ПК-1	ИД-5 _{ПК-1} Обеспечивает соблюдение требований нормативно-технической документации, ее соответствия утвержденным требованиям безопасности, условиям эксплуатации мехатронных и робототехнических систем и их подсистем	Уметь: исследовать влияние различных нагружающих факторов, а также особенностей построения МРТС на энергетические, регулировочные и динамические показатели, находить способы нейтрализации негативного и усиления положительного влияния	КМ-1 Морфологические «портреты» электропневмогидравлических модулей (ЭпгМ) для силовых систем мехатронных и робототехнических систем (МРТС). (Решение задач)

		данных факторов на требуемые ПР и ПК привода.	
--	--	---	--

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Морфологические «портреты» электропневмогидравлических модулей (ЭпгМ) для силовых систем мехатронных и робототехнических систем (МРТС).

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Решение задач

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Ответы в письменной форме на заданные вопросы и решения задач по индивидуальным билетам.

Краткое содержание задания:

Ответить на вопросы:

- 1.Что такое показатели работоспособности, конкурентоспособности и побочные показатели технической системы, каков их перечень применительно к КАГП и КАПП.
- 2.В чём заключается специфика, преимущества и недостатки таких популярных методов оценки степени совершенства рассматриваемого решения, как метод морфологической комбинаторики и метод построения круговых лепестковых диаграмм.
- 3.Какова функциональная структура автоматизированного исполнительного модуля технического объекта, в частности, РТС.

Решить задачу:

В процессе разработки гидромеханического следящего привода с дроссельным управлением на этапе структурного синтеза данной системы решается задача выбора вида гидроусилителя (ГУ). В качестве альтернативных вариантов рассматриваются следующие виды ГУ:

- цилиндрические 4-х щелевые золотниковые пары (ЗГУ4.Ц);
 - цилиндрические 2-х щелевые золотниковые пары (ЗГУ2.Ц);
 - золотниковых пар с 4-х щелевыми золотниками – шайбами (ЗГУ.Ш);
 - золотниковые пары с 4-х щелевыми плоскими золотниками на торсионном подвесе (ЗГУ.ПТ);
 - симметричные усилители типа сопло-заслонка с подвижной заслонкой и неподвижными соплами (СЗ);
 - симметричные усилители типа струйная трубка с подвижной трубкой (СТ).
- Известно, что основными требованиями (частными показателями конкурентоспособности – ПК), предъявляемыми к ЗГУ, являются:
- экономичность работы, т.е. отсутствие непроизводительного расхода рабочей жидкости – ПК1;
 - жёсткость расходно-перепадных характеристик (РПХ) – ПК2;
 - высокие значения коэффициента усиления ЗГУ по давлению – ПК3;
 - чувствительность ЗГУ – ПК4;
 - статическая точность усилителя – ПК5;
 - способность работать при повышении рабочего давления в гидросистеме (при её последующей модернизации) – ПК6;
 - ресурс – ПК7;
 - надёжность – ПК8;
 - живучесть – ПК9;
 - минимальные массогабаритные показатели (компактность) – ПК10;
 - минимальная стоимость изготовления – ПК11;
 - технологичность изготовления – ПК12;
 - удобство компоновки в составе ГМСП/Д – ПК13.

Весовые коэффициенты a_i , оценивающие значимость перечисленных выше частных требований к ЗГУ, определённые на основе статистических данных об использовании ГМСП/Д в составе конкретных технических объектов (ТО), таковы:

$a_1=0,08; a_2=0,10; a_3=0,13; a_4=0,12; a_5=0,10; a_6=$

$,05; a_7=0,05; a_8=0,12; a_9=0,06; a_{10}=0,06; a_{11}=0,05; a_{12}=0,03; a_{13}=0,05.$

Используя метод морфологической комбинаторики, необходимо определить перспективность установки в составе ГМСП/Д для конкретного ТО того или иного типа гидроусилителя. Построить график зависимости степени конкурентоспособности различных ГУ из предложенного перечня.

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: осуществлять расчёт МРтС по критериям энергодостаточности, чувствительности, статической и динамической точности, быстроедействию, статической и динамической жёсткости, формировать математические модели отдельных функциональных частей и МРтС в целом	1.Каким именно образом следует выполнять канонизацию частных показателей конкурентоспособности 2.Как получить из относительного безразмерного значения частного ПК взвешенное значение 3.Каков сценарий решения задачи поиска структуры методом морфологической комбинаторики 4.Каким образом формируется обобщённый аддитивный функционал конкурентоспособности 5.Каким образом формируется обобщённый мультипликативный функционал конкурентоспособности
Уметь: исследовать влияние различных нагружающих факторов, а также особенностей построения МРтС на энергетические, регулировочные и динамические показатели, находить способы нейтрализации негативного и усиления положительного влияния данных факторов на требуемые ПР и ПК привода.	1.Как оценить предпочтительность тех или иных структурных решений с помощью множества Парето 2.Как определить значения весовых коэффициентов и аддитивного обобщённого функционала для локально оптимальных параметрических планов 3.Что можно предложить для канонизации частных ПК, исходные значения которых увеличиваются по мере совершенствования проектного решения 4.как использовать метод морфологической комбинаторики для количественной обобщённой оценки предпочтительности проектного решения 5.каков алгоритм определения предпочтительного проектного решения для условно выпуклой и условно вогнутой кривой Парето

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется, если на все вопросы даны верные ответы, задача решена верно и решение сопровождается пояснениями-комментариями

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется, если большинство вопросов раскрыто. Задача решена верно, но комментарии-пояснения отсутствуют

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется, если даны верные ответы на большинство вопросов, представлен ход (алгоритм) решения задачи, но само решение не получено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется, если на большинство вопросов не дан верный ответ и не решена задача

КМ-2. Классификация, схемотехнические исполнения, статические и динамические характеристики гидромеханических следящих приводов с дроссельным управлением для силовых систем МРТС

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Решение задач

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Ответы в письменной форме на заданные вопросы и решения задач по индивидуальным билетам.

Краткое содержание задания:

Ответить на вопросы:

1. По каким критериям выполняется классификация современных исполнительных модулей.

2. Можно ли утверждать, что реальные статические характеристики привода – это масштабированные статические характеристики ЗГУ, входящего в состав привода

3. Почему исследовать устойчивость следует для модели ГМСП/Д без позиционной составляющей нагрузки, хотя анализ динамических ПК требуется выполнять для реального сочетания нагружающих факторов

Решить задачу:

При экспериментальном исследовании ненагруженного ГМСП/Д с единичными коэффициентами входа и обратной связи было установлено, что амплитудно-частотная характеристика привода на частоте $f_0=40$ Гц имеет ординату $L_0=-3$ дБ, а смещение золотника ЗГУ относительно втулки соответствует предельной РПХ усилителя и равно $x_m=0,2$ мм.

Исследования данного привода в тормозном режиме показали, что при давлении в линии гидропитания $p_p=21$ МПа и давлении в гидрочастоте слива $p_{сл}=1$ МПа динамометр, присоединённый к заторможенному штоку привода, зафиксировал усилие $R_t=20$ кН.

Определить:

- рабочую площадь поршня гидроцилиндра,
- скорость холостого хода штока ГМСП/Д,

- потребную подачу насосной станции, которой следует комплектовать привод при его эксплуатации в системе объекта,
 - собственную частоту, постоянную времени ненагруженного привода и добротность привода по скорости.
- При решении задачи использовать линейную математическую модель привода.

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: современное состояние и перспективы развития МРТС	1.Какие характеристики ГМСП/Д и ЗГУ называются статическими 2.Для какого состояния привода (разомкнутого или замкнутого) рассматриваются его статические характеристики 3.Почему при моделировании статических характеристик ЗГУ и ГМСП/Д не учитываются условные утечки жидкости 4.В чём разница между идеальными и реальными статическими характеристиками четырёхцелевого ЗГУ и ГМСП/Д, укомплектованного данным усилителем 5.Можно ли утверждать, что реальные статические характеристики привода – это масштабированные статические характеристики ЗГУ, входящего в состав привода 6.Какой статической характеристике ЗГУ (расходной, перепадной, расходно-перепадной) соответствует механическая, нагрузочная и скоростная характеристика ГМСП/Д 7.Зависит ли зона нечувствительности привода от перепада давлений по гидропитанию 8.Почему расчёт параметров ГМСП/Д из условия обеспечения требуемой точности слежения необходимо выполнять, ориентируясь на предельную РПХ гидроусилителя, входящего в состав привода 9.Можете ли Вы дать физическое объяснение того факта, что даже ненагруженный ГМСП/Д имеет динамические характеристики, отличающиеся от соответствующих характеристик идеального привода 10.Почему исследовать устойчивость следует для модели ГМСП/Д без позиционной составляющей нагрузки, хотя анализ динамических ПК требуется выполнять и для реального сочетания нагружающих факторов

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется, если на все вопросы даны верные ответы, задача решена верно и решение сопровождается пояснениями-комментариями

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется, если большинство вопросов раскрыто. Задача решена верно, но комментарии-пояснения отсутствуют

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется, если даны верные ответы на большинство вопросов, представлен ход (алгоритм) решения задачи, но само решение не получено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется, если на большинство вопросов не дан верный ответ и не решена задача

КМ-3. Расчёт энергетических, регулировочных характеристик и зоны нечувствительности следящего привода с дроссельным управлением для заданных законов движения и структуры нагрузки регулируемых органов (РО) МРтС.

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 30

Процедура проведения контрольного мероприятия: Ответы в письменной форме на заданные вопросы и решения задач по индивидуальным билетам.

Краткое содержание задания:

Ответить на вопросы:

- 1.Как формулируется критерий энергетической достаточности, а также критерий чувствительности ГМСП/Д.
- 2.В чём смысл перехода от реальной совокупности гидродвигателей и гидроусилителя ГМСП/Д к эквивалентному двигателю и эквивалентному гидроусилителю.
- 3.Почему анализ энергодостаточности достаточно выполнить для первого и третьего квадрантов поля, на котором определяется диаграммы нагрузки (ДН) и механические характеристики (МХ).

Решить задачу:

Известно, что выходное звено ГМСП/Д, имеющее инерционную и позиционную нагрузки, совершает симметричные гармонические колебания с амплитудой $A_y=14$ мм и частотой $f=2$ Гц. ГМСП/Д получает гидропитание от насоса постоянной подачи с переливным клапаном, отрегулированным на давление $p_p=16$ МПа, давление в гидролинии слива привода составляет $p_{сл}=1,2$ МПа. Масса нагрузки, приведённая к выходному звену привода, равна $m=200$ кг, жёсткость позиционной нагрузки – $C=105$ Н/м.

Получить аналитические выражения для усилия и мощности N , развиваемых приводом в указанном режиме, найти соотношения для экстремума этой мощности и моментов времени t_z , в которые имеет место данный режим, а также выражения для развиваемых усилия и скорости движения выходного звена привода в моменты времени t_z .

Из условия оптимизации привода по критерию энергодостаточности рассчитать усилие торможения привода, скорость холостого хода его выходного звена, рабочую площадь гидроцилиндра ГМСП/Д и потребную подачу насосной станции.

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: методы получения расчётных	1.Какие параметры ГМСП/Д называются

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
схем эквивалентного замещения, принципы и способы формирования расчётных структур модулей, определения обличей эквивалентных схем МРТС и их частей.	базовыми и почему 2.Какие критерии и почему являются основными при определении базовых параметров следящего привода 3.Что такое типовые законы движения регулируемого органа привода 4.Как формулируется критерий энергетической достаточности, а также критерий чувствительности ГМСП/Д 5.Какие основные диаграммы используются при решении вопроса энергодостаточности привода 6.Какое из двух значений характерного параметра ЭкД, найденных по критерию энергодостаточности и чувствительности, следует выбирать и почему 7.Можно ли утверждать, что решение вопроса по обеспечению требуемой зоны нечувствительности привода не зависит от инерционности и нагрузки вязкого (скоростного) трения, приведённых к выходному звену эквивалентного гидродвигателя (ЭкД) 8.Как влияют на обеспечение критерия энергодостаточности ГМСП/Д следующие параметры: давление в напорной гидрелинии, коэффициент усиления усилителя по давлению, характерный параметр ЭкД, жёсткость силовой проводки (СП), передаточное отношение СП, объёмные потери и трение в ГМСП/Д 9.Почему даже при вогнутой ДН и наличии двух точек-режимов работы привода, различающихся по скоростям и потребным нагрузкам первоначальный расчёт энергетики привода, выполняется по «одноточечному» сценарию 10.Почему анализ энергодостаточности достаточно выполнить для первого и третьего квадрантов поля, на котором определяются диаграммы нагрузки (ДН) и механические характеристики (МХ)

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется, если на все вопросы даны верные ответы, задача решена верно и решение сопровождается пояснениями-комментариями

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется, если большинство вопросов раскрыто. Задача решена верно, но комментарии-пояснения отсутствуют

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется, если даны верные ответы на большинство вопросов, представлен ход (алгоритм) решения задачи, но само решение не получено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется, если на большинство вопросов не дан верный ответ и не решена задача

КМ-4. Схемотехнические исполнения, энергетические, регулировочные и динамические характеристики шаговых приводов, приводов с насосным, моторным и частотным управлением и автономных гидроприводов. Перспективы применения в приводах новых решений.

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 30

Процедура проведения контрольного мероприятия: Ответы в письменной форме на заданные вопросы и решения задач по индивидуальным билетам.

Краткое содержание задания:

Ответить на вопросы:

1. Можно ли считать, что насосное управление гидроприводом равноценно моторному управлению.
2. На основании каких соображений можно сделать вывод о том, что приводы с частотным управлением не имеют видимых преимуществ по диапазонам регулирования скоростей движения выходных звеньев, экономичности работы, суммарным массовым и габаритным показателям.
3. Какие диапазоны по скорости и развиваемому моменту на выходном звене имеет гидропривод с насос-моторным управлением при отсутствии и при наличии потерь энергии

Решить задачу:

Для вращения бора диаметром $D=450$ мм с частотой 120 об/мин угледобывающего комбайна спроектирована гидрообъемная передача, состоящая из насоса постоянной подачи, гидромотора, вал которого соединён с бором, открытого гидробака и переливного клапана.

Усилие резания породы одним зубом равно 1,5 кН, число режущих зубьев бора составляет 20, давление настройки предохранительного клапана (ПК) составляет $p_k=32$ МПа.

Считая, что полный КПД каждой гидромашины равен 0,85, а объёмный – 0,95, пренебрегая потерями гидравлической энергии в гидролиниях передачи, определить:

- теоретический и фактический моменты на валу гидромотора;
- выходную, входную мощности и потребную объёмную постоянную гидромотора, величину фактического расхода жидкости через мотор;
- объёмную постоянную, теоретические и фактические значения подач и моментов на валу насоса, если частота вращения вала составляет 2950 об/мин;

- затраты на оплату электроэнергии за одну 12- часовую смену работы передачи при вращении вала насоса электродвигателем с полным КПД, равным 0,89 и тарифе 0,05 у.е/кВт.ч.

Решить задачу для следующих вариантов:

- потери давления в соединительной гидролинии между напорным патрубком насоса и входным патрубком гидромотора составляют для указанного режима работы передачи 1,50 МПа;
- в сливной гидролинии гидромотора установлен подпорный клапан, настроенный на давление открытия 0,7 МПа;
- гидромотор установлен выше насоса на 20 м, а плотность рабочей жидкости равна 850 кг/м³.

Что изменится в работе передачи и в решении задачи, если вместо предохранительного клапана установить клапан переливной, настроенный на давление p_k и пропускающий расход 15 л/мин?

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: методы комплексной оценки, анализ работоспособности и конкурентоспособности МРТС по совокупности частных показателей технического, эксплуатационного, экономического характера в многомерной постановке;	1.Какие гидроприводы являются приводами с машинным и частотным управлением 2.Какие преимущества и недостатки имеют ОГП с машинным и частотным управлением по сравнению с дроссельными гидроприводами 3. Можно ли считать, что насосное и моторное управление равноценно (ответ следует обосновать) 4.Какие основные контуры образуют структуру ОГП-НУ, ОГП-МУ, ОГП-ЧУ 5.Какие преимущества и недостатки имеют приводы с разомкнутым и замкнутым потоками жидкости 6.Зачем в контуры энергетики (КЭ) гидроприводов с машинным и частотным управлением часто вводят гидроаккумуляторы 7.Каково назначение подпиточного насоса в ОГП-НУ, почему вместо такого насоса в ОГП-ЧУ часто используют аккумулятор 8.Какие характеристики ОГП с машинным и частотным управлением называются статическими 9.Работоспособна ли схема ОГП, состоящая только из насоса и гидромотора (ответ необходимо обосновать) 10.можно ли утверждать, что КЭ гидропривода с машинным управлением - это гидрообъемный редуктор, заменяющий механический редуктор в

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	традиционных электромеханических приводах

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется, если на все вопросы даны верные ответы, задача решена верно и решение сопровождается пояснениями-комментариями

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется, если большинство вопросов раскрыто. Задача решена верно, но комментарии-пояснения отсутствуют

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется, если даны верные ответы на большинство вопросов, представлен ход (алгоритм) решения задачи, но само решение не получено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется, если на большинство вопросов не дан верный ответ и не решена задача

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

1 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

НИУ МЭИ	Экзаменационный билет № 1	«Утверждаю» Зав. Кафедрой
		«__»____ 20__г.
		Институт Энергомашиностроения и механики
		Кафедра Гидромеханики и гидравлических машин
Дисциплина «Основы научных исследований и проектирования гидравлических и пневматических систем и агрегатов»		
1. Основные исторические этапы развития технических систем. Связь этапов с общественно-историческим способом производства (в материальной сфере, в сфере софт-товаров). Конфликт как источник развития. Диалектическая сущность конфликта. 2. Постановка задачи параметрического синтеза для получения конкурентоспособного решения. Связь локально оптимальных планов и экстремальных параметрических решений с работой производителя новой техники (системы услуг, софт-товаров) на различных сегментах современного рынка. Понятие глобально оптимального параметрического плана, понятие Парето-оптимальных планов. 3. Задача.		

Процедура проведения

Письменный экзамен

1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины

1. Компетенция/Индикатор: ИД-1_{ОПК-3} Демонстрирует знание основных правил техники безопасности, охраны труда, производственной санитарии и охраны окружающей среды

Вопросы, задания

1. Принципы СКП: принцип развития технической системы. Понятие логистической кривой и комментарии к характерным участкам кривой. Главный критерий развития и главный показатель ТС. Анализ характерных участков и проблемы построения кривой (по учебным пособиям Ю.Ю. Зуева и А.И. Половинкина). Условия, признаки и возможность замены главного показателя по мере эволюции ТС
2. Алгоритм и теория решения изобретательских задач (АРИЗ и ТРИЗ). Понятие веполя и вепольных преобразований в ТРИЗ. Понятие «Вещества» и «Поля» при решении изобретательской задачи на уровне технического и физического противоречий. Мнемоническая формула для перебора возможных полей. Операции над веполями. Логика решения задач с использованием веполей. Понятие вещественно-полевых ресурсов при решении изобретательской задачи в ТРИЗ (по учебным пособиям Ю.Ю. Зуева)

Материалы для проверки остаточных знаний

1.1. Какое из приведённых ниже определений частного ПК является корректным:

Ответы:

- а) ПК – это показатель системы, строго монотонным образом связанный со степенью её совершенства, имеющий числовое выражение, экспериментальную проверяемость, чувствительный к анализируемым проектным вариантам системы и не являющийся переопределённым (т.е. не являющийся функцией других частных ПК);
- б) ПК – это показатель системы, характеризующий функциональную пригодность системы, имеющий числовое выражение и экспериментальную проверяемость, а также не являющийся переопределённым (т.е. не являющийся функцией других частных ПК);
- в) ПК – это показатель системы, строго монотонным образом связанный со степенью её совершенства, имеющий числовое выражение, экспериментальную проверяемость, чувствительный к анализируемым проектным вариантам системы и являющийся функцией других частных ПК;
- г) ПК – это показатель системы, имеющий числовое выражение, экспериментальную проверяемость, чувствительный к анализируемым проектным вариантам системы и не являющийся переопределённым (т.е. не являющийся функцией других частных ПК).

2.1. Подразделяется ли выходной массив – массив показателей разрабатываемой технической системы на отдельные подмассивы и если да, то на какие именно:

Ответы:

- а) подразделения нет, все элементы выходного массива равнозначимы;
- б) подразделение есть – из массива выделяется подмассив показателей работоспособности (ПР), показателей конкурентоспособности (ПК) и побочных показателей;
- в) подразделение есть – из массива выделяется подмассив параметров, условий и ограничений проектной задачи, а также показателей работоспособности и конкурентоспособности;
- г) подразделение может иметь место или отсутствовать в зависимости от конкретной задачи.

2. Компетенция/Индикатор: ИД-1_{ОПК-5} Разрабатывает нормативно-техническую документацию, обеспечивающую качество робототехнических и мехатронных устройств и соответствие их требованиям безопасности, условиям эксплуатации

Вопросы, задания

1. Принципы СКП: принцип постановки прямых и обратных задач в ПИД. Синонимы задач применительно к различным областям знаний (философии, научным исследованиям, инженерной практике). Понятие и трактовка условий и ограничений проектной задачи. Особенности постановки и диалектическое сопоставление сложности задач обоих видов. Примеры постановки задач из знакомых студенту областей техники (применительно к сфере профессиональной ориентации)
2. Принципы СКП: принцип развития технической системы. Понятие логистической кривой и комментарии к характерным участкам кривой. Главный критерий развития и главный показатель ТС. Анализ характерных участков и проблемы построения кривой (по учебным пособиям Ю.Ю. Зуева и А.И. Половинкина). Условия, признаки и возможность замены главного показателя по мере эволюции ТС

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Необходимо ли всегда вводить для частных показателей конкурентоспособности антонимы:

Ответы:

- а) нет, если значения всех частных ПК меняются в одном направлении (уменьшаются или увеличиваются) по мере совершенствования расчётно-проектного решения;

- б) нет, если значения все частных ПК уменьшаются по мере совершенствования расчётно-проектного решения;
- в) нет, если значения все частных ПК увеличиваются по мере совершенствования расчётно-проектного решения;
- г) да, если значения каких-то из частных ПК увеличиваются по мере перехода к лучшим проектным вариантам в то время как значения остальных частных ПК – уменьшаются.

2. Требуется ли перевод частных показателей работоспособности в относительный безразмерный вид и если да, то каким именно образом (исключите ошибочные ответы):

Ответы:

- а) не требуется никогда;
- б) этот вопрос решается в зависимости от специфики конкретной проектной задачи;
- в) по тем же правилам, что и перевод частных показателей конкурентоспособности;
- г) с помощью введённых весовых коэффициентов.

3. Компетенция/Индикатор: ИД-1_{ОПК-7} Производит выбор оборудования и его режима функционирования для обеспечения оптимального энергопотребления

Вопросы, задания

1. Основные исторические этапы развития технических систем. Связь этапов с общественно – историческим способом производства (в материальной сфере, в сфере софт – товаров). Конфликт как источник развития. Диалектическая сущность конфликта
2. Понятие показателя работоспособности (ПР) и конкурентоспособности (ПК) формируемого решения (проектируемой технической системы). Диалектика процесса формирования выходного массива. Миграция компонент подмассивов ПР и ПК при эволюции ТС

Материалы для проверки остаточных знаний

1.1. Можно ли утверждать, что логистическая (S-образная) кривая характеризует изменение во времени конкретной технической системы:

Ответы:

- а) да, это так, поскольку само понятие такой кривой было введено для конкретного биологического существа и уже потом перешло в область рассмотрения артефактов;
- б) нет, понятие логистической кривой всегда относится только к виду ТС, а не к отдельно взятой конкретной системе;
- в) да, но только для вновь проектируемых систем;
- г) в зависимости от конкретной задачи развитие по такой кривой может характеризовать как отдельно взятую ТС, так и вид систем, обеспечивающий определённую функциональность во внешней среде.

2.1. Какие из приведённых ниже определений показателей инновационной разработки являются верными:

Ответы:

- а) показатель работоспособности (ПР) – это показатель, определяющий назначение, функциональную пригодность системы для работы в составе системы более высокой иерархии; показатель конкурентоспособности (ПК) есть показатель, оценивающий степень совершенства выполнения системой показателей работоспособности; побочный показатель (ПП) – показатель, являющийся результатом функционирования системы и получающийся как бы «даром», т.е. без каких-либо дополнительных или специально вводимых способов;
- б) показатель работоспособности (ПР) – это показатель, обеспечивающий работу системы (товара); показатель конкурентоспособности (ПК) есть показатель, на основании которого принимается решение о приобретении данного товара на рынке; побочный показатель (ПП) – показатель, который повышает степень востребованности (продаваемости) товара на рынке благодаря расширению перечня показателей;

- в) показатель работоспособности (ПР) – это показатель, определяющий назначение системы; показатель конкурентоспособности (ПК) есть показатель, показывающий место системы в ряду товаров аналогичного назначения; побочный показатель (ПП) – показатель, являющийся результатом модернизации системы определённого функционального назначения;
- г) показатель работоспособности (ПР) – это показатель, без которого система не может работать; показатель конкурентоспособности (ПК) есть показатель, оценивающий стоимость системы как важнейший фактор рыночного успеха; побочный показатель (ПП) – показатель, который вводится в систему для улучшения её продажи на рынке.

4. Компетенция/Индикатор: ИД-1_{ОПК-10} Разрабатывает мероприятия обеспечивающие безопасность жизнедеятельности персонала на рабочих местах, контроль за соблюдением правил техники безопасности

Вопросы, задания

- 1.1. Проблемы устойчивости и эволюционирования современного общества. Характеристика современного инженера, требования, предъявляемые к инженеру для его востребованности как специалиста в рыночной экономике.
2. Проблематика развития артефактов и системы знаний индустриального и постиндустриального (информатизационного) социума. Характерные черты современных технических систем и специфика создания конкурентоспособных инновационных продуктов

Материалы для проверки остаточных знаний

- 1.1. Можно ли утверждать, что декомпозиция технической системы есть расчленение системы на отдельные части:

Ответы:

- а) да, понятия «декомпозиция» и «расчленение» являются синонимами;
- б) нет, это разные понятия;
- в) в зависимости от постановки конкретной задачи;
- г) это синонимы, если речь идёт об исследовании, и антонимы (понятия, имеющие противоположные значения), когда решается задача проектирования.

- 2.1. Что позволяет оценить коэффициент декомпозиционного совершенства технической системы:

Ответы:

- а) число частей в системе;
- б) уровень сложности связей и взаимодействия частей;
- в) качество изготовления и функционирования в системе используемых частей;
- г) какие физические эффекты использованы для обеспечения функционирования системы.

5. Компетенция/Индикатор: ИД-5_{ПК-1} Обеспечивает соблюдение требований нормативно-технической документации, ее соответствия утвержденным требованиям безопасности, условиям эксплуатации мехатронных и робототехнических систем и их подсистем

Вопросы, задания

1. Сравнительные черты социума с затратным и рыночным механизмами хозяйствования (основной перечень). Особенности организация и управления деятельностью промышленно-торговой организации для различных видов социумов. Типы предприятий современной России с точки зрения их приспособленности к работе в рыночных условиях
2. Философские основы теории продуктивной инженерной деятельности (ПИД). Репродуктивная инженерная деятельность (РИД). Основные составные части и

понятийно-терминологическая платформа ПИД: философская база ПИД, законы диалектики, иллюстрации законов развития на примерах из промышленности, управления, экономики и пр.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Что такое интегративность (эмерджентность) технической системы (ТС):

Ответы:

- а) устойчивость к внешним воздействиям;
- б) функциональная самостоятельность;
- в) адаптивность к меняющимся внешним условиям;
- г) свойство, которое не может быть получено простым сложением (суммированием) свойств отдельных частей, входящих в состав ТС

2. В чём заключается сущность функционирования технической системы (исключите ошибочные ответы)

Ответы:

- а) преобразование энергии, информации и вещества в параметры ТС;
- б) использование ресурсных факторов и исключение влияния вредных воздействий на систему;
- в) преобразование параметров системы в показатели;
- г) использование ресурсных факторов для получения требуемого набора показателей.

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно. на вопросы углубленного уровня

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

По БАРС МЭИ.

Для курсового проекта/работы:

1 семестр

Форма проведения: Защита КП/КР

I. Процедура защиты КП/КР

ответы на вопросы решения поставленных задач в курсовом расчете

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно. на вопросы углубленного уровня

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Оценка определяется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ».