

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце: **МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

ФИО: Гаранин Максим Александрович **ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА**

Должность: Ректор **Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

Дата подписания: 10.11.2023 10:52:13

Уникальный программный ключ:

7708e3a47e66a8ee02711b298d7c78bd1e40bf88

Электрические, гидравлические и пневматические приводы мехатронных и робототехнических устройств

рабочая программа дисциплины (модуля)

Направление подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника

Направленность (профиль) Проектирование робототехнических систем

Квалификация **бакалавр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **11 ЗЕТ**

Виды контроля в семестрах:

экзамены 6

зачеты 5, 4

курсовые работы 6

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>. <Семестр на курсе>)	4 (2.2)		5 (3.1)		6 (3.2)		Итого	
	УП	РП	УП	РП	УП	РП	УП	РП
Неделя	18		16 2/6		16 5/6			
Лекции	18	18	16	16	16	16	50	50
Лабораторные	36	36	16	16	16	16	68	68
Практические			16	16	16	16	32	32
Конт. ч. на аттест.	0,25	0,25			1,5	1,5	1,75	1,75
Конт. ч. на аттест. в период ЭС			0,25	0,25	2,35	2,35	2,6	2,6
Итого ауд.	54	54	48	48	48	48	150	150
Контактная работа	54,25	54,25	48,25	48,25	51,85	51,85	154,35	154,35
Сам. работа	53,75	53,75	51	51	103,5	103,5	208,25	208,25
Часы на контроль			8,75	8,75	24,65	24,65	33,4	33,4
Итого	108	108	108	108	180	180	396	396

Программу составил(и):

Ст. преподаватель, Сандлер И.Л.

Рабочая программа дисциплины

Электрические, гидравлические и пневматические приводы мехатронных и робототехнических устройств

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника (приказ Минобрнауки России от 17.08.2020 г. № 1046)

составлена на основании учебного плана: 15.03.06-23-4-МРПб.plm.plx

Направление подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника Направленность (профиль) Проектирование робототехнических систем

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Цифровые технологии

Зав. кафедрой к.п.н., доцент Горбатов С.В.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1	Целью освоения дисциплины является подготовка выпускников широкого профиля, способных самостоятельно и творчески решать задачи проектирования, исследования, наладки и эксплуатации современных автоматизированных электро и гидроприводов промышленных установок, что позволяет выпускнику успешно работать в избранной сфере деятельности, обладать универсальными и предметно-специализированными компетенциями.
-----	---

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Цикл (раздел) ОП:	Б1.О.22
-------------------	---------

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ОПК-11 Способен разрабатывать и применять алгоритмы и современные цифровые программные методы расчетов и проектирования 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, разрабатывать цифровые алгоритмы и программы управления робототехнических систем;

ОПК-11.3 Проектирует мехатронные и робототехнические системы с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	базовые методы математического и имитационного моделирования мехатронных и робототехнических систем;
3.1.2	стандартные методы математического и имитационного моделирования мехатронных и робототехнических систем;
3.1.3	расширенные возможности математического и имитационного моделирования мехатронных и робототехнических систем;
3.1.4	основные типы приводов, используемых в робототехнике и мехатронике, конструкции и основные характеристики различных двигателей (синхронные, асинхронные, шаговые, бесконтактные и др.);
3.2	Уметь:
3.2.1	применять базовые методы моделирования элементов систем в программных средах;
3.2.2	применять стандартные методы моделирования систем в программных средах;
3.2.3	продвинутые методы моделирования систем в программных средах в расширенном режиме;
3.2.4	выбирать различные типы приводов для конкретных робототехнических и мехатронных систем (гидравлические, электрические и др.);
3.2.5	применять микропроцессорные управляющие устройства в приводах роботов и мехатронных систем;
3.3	Владеть:
3.3.1	программными средами имитационного моделирования на базовом уровне;
3.3.2	программными средами имитационного моделирования на уровне уверенного пользователя;
3.3.3	программными средами имитационного моделирования на уровне разработчика;
3.3.4	применения микропроцессоров в приводах мехатронных робототехнических систем, теоретическими и экспериментальными методами исследования приводов робототехнических мехатронных систем;

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Примечание
	Раздел 1. Пневматические приводы мехатронных и робототехнических устройств			
1.1	ПОДГОТОВКА ВОЗДУХА. Компрессоры. От компрессора к ресиверу. Подача воздуха к ресиверу. Расчет трубопроводов. Подготовка сжатого воздуха. Центробежные фильтры. Коалесцентные фильтры. Регулятор давления. Клапан безопасности. Клапан мягкого пуска. Регулятор давления без компенсации. Маслораспылитель. /Лек/	4	3	

1.2	ЦИЛИНДРЫ. Принцип действия пневмоцилиндра. Основные определения. Изменение давлений в полостях пневмоцилиндра двустороннего действия при выдвигании штока. Усилия, развиваемые цилиндром. Конструктивные параметры цилиндров. Определение параметров цилиндра при действии приложенной нагрузки. Система торможения пневмоцилиндра в конце хода. Начало движения цилиндра с системой торможения в конце хода. Крепления цилиндра. Присоединение штока. Напряжения в штоке при сжимающей нагрузке. Устройства для изменения рабочих характеристик цилиндра. Рычаг. Устройства для изменения рабочих характеристик цилиндра. Кривошип. Устройства для изменения параметров цилиндра. Зубчатые передачи. Устройства для изменения параметров цилиндра. Клин. Поворотные цилиндры. Магнитные цилиндры. Другие исполнения цилиндров. Потребление воздуха в пневмосистеме. Гидравлический тормоз. Мультипликатор давления. /Лек/	4	4	
1.3	РАСПРЕДЕЛИТЕЛИ. Управление потоками сжатого воздуха. Классификация распределителей. Распределители клапанного типа. Принцип действия нормально закрытого распределителя 3/2 клапанного типа. Принцип действия нормально открытого распределителя 3/2 клапанного типа. Виды ручного управления распределителями клапанного типа. Виды механического управления клапанными распределителями. Минираспределитель клапанного типа. Распределители 3/2 золотникового типа. Распределители 5/2 золотникового типа. Устройства с ручным и механическим управлением. Типы пневматического управления распределителем. Прямое электромагнитное управление. Электропневмоклапаны прямого действия. Электропневматические распределители с управлением от клапанов пилотов. Трехпозиционные распределители. Однонаправленный блокирующий клапан. Двухнаправленный блокирующий клапан. Сдвоенный распределитель 3/2. Логические клапаны обработки сигналов. Логическая функция НЕТ. Логическая функция ДА Логические функции ИЛИ и И. Логическая функция ПАМЯТЬ. Усилитель сигнала. Пневмодатчик прерывания струи. Нормальный объемный расход. Определение параметров распределителей и воздушной магистрали. Отсечные клапаны. Устройства регулирования потока. Типовые режимы работы пневматических приводов. Использование распределителей при работе на вакуумном давлении. Реле давления. /Лек/	4	5	
1.4	СХЕМОТЕХНИКА. Условные обозначения в пневматике. Правила создания схемы. Элементарные схемы. Одиночный или полуавтоматический цикл. Непрерывный или автоматический цикл. Функции третьей позиции распределителей. Буквенное и графическое представление движения цилиндров. Сигналы, формируемые концевыми выключателями. Логические принципы. Базовые логические функции. Пример применения основных логических функций. Применение логических функций «ДА» и «НЕТ». Функции «ИЛИ» и «И», реализуемые через соединение распределителей. Распределитель с памятью. Пневматический таймер. Команда начала цикла. Цикл одиночный или непрерывный. Команда аварийного останова. Разработка последовательности. Диаграмма движения и разработка схемы. Управление несколькими цилиндрами. Определение блокирующих сигналов. Методы устранения блокирующих сигналов. Запуск привода от двух кнопок. /Лек/	4	3	
1.5	ЭЛЕКТРОПНЕВМАТИКА. Обозначения в электрике. Цепи с реле. Системы управления. Электропневматические схемы. Реализация логических функций. Схемы с самоудержанием для запоминания электрических сигналов. Схемы с перекидными контактами. Команды аварийного останова. Команда аварийного останова. Возврат цилиндров. Цикл с участием нескольких цилиндров. Последовательности с блокирующими сигналами. /Лек/	4	3	
1.6	АНАЛИЗ УСЛОВНЫХ ГРАФИЧЕСКИХ ОБОЗНАЧЕНИЙ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ И ПНЕВМАТИЧЕСКИХ АППАРАТОВ /Лаб/	4	5	
1.7	ПРЯМОЕ И НЕПРЯМОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПНЕВМОЦИЛИНДРАМИ /Лаб/	4	5	
1.8	УПРАВЛЕНИЕ ПНЕВМОЦИЛИНДРАМИ ПО СКОРОСТИ И ПОЛОЖЕНИЮ /Лаб/	4	5	
1.9	РЕАЛИЗАЦИЯ ЛОГИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ В ПНЕВМОАВТОМАТИКЕ /Лаб/	4	5	
1.10	УПРАВЛЕНИЕ ПНЕВМОЦИЛИНДРАМИ ПО ВРЕМЕНИ /Лаб/	4	5	

1.11	РЕЛЕЙНО-КОНТАКТОРНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПНЕВМОПРИВОДАМИ /Лаб/	4	6	
1.12	СОВМЕСТНАЯ РАБОТА ДВУХ ПНЕВМОЦИЛИНДРОВ /Лаб/	4	5	
	Раздел 2. Гидравлические приводы мехатронных и робототехнических устройств			
2.1	Общие сведения о гидросистемах, гидроприводах и гидропередачах. Рабочие жидкости Гидролинии и элементы их соединения. Уплотнительные устройства Гидробаки. Кондиционеры рабочей жидкости. Гидромашины, их общая классификация и основные параметры /Лек/	5	1	
2.2	Динамические насосы– основные сведения, классификация. Центробежный насос. Насосы трения. Гидравлические турбины /Лек/	5	2	
2.3	Общие сведения о гидродинамических передачах. Устройство и рабочий процесс гидромурты. Устройство и рабочий процесс гидротрансформатора. Основные разновидности гидромурты. Основные разновидности гидротрансформаторов /Лек/	5	2	
2.4	Принцип действия объемного гидропривода. Основные понятия. Основные преимущества и недостатки объемных гидроприводов /Лек/	5	1	
2.5	Основные сведения об объемных насосах. Возвратно-поступательные (поршневые) насосы. Общие свойства и классификация роторных насосов. Шестеренные насосы. Пластинчатые насосы. Роторно-поршневые насосы /Лек/	5	2	
2.6	Элементы управления гидравлических приводов. Основные термины, определения и параметры. Гидродроссели. Регулирующие гидроклапаны. Направляющие гидроклапаны. Направляющие гидрораспределители. Дросселирующие гидрораспределители. Электрогидравлические усилители мощности управляющего сигнала /Лек/	5	2	
2.7	Нерегулируемые и регулируемые объемные гидроприводы. Нерегулируемый объемный гидропривод. Способы регулирования объемных гидроприводов. Способы стабилизации скорости в гидроприводах с дроссельным регулированием. равнение различных способов регулирования. Системы синхронизации движения выходных звеньев нескольких гидродвигателей /Лек/	5	2	
2.8	Гидравлические системы подачи жидкости /Лек/	5	2	
2.9	Основы расчета гидравлических систем (гидравлических приводов) Синтез принципиальной схемы гидропривода и подбор его элементов. Общая методика уточненного расчета гидропривода при установившемся режиме работы. Построение характеристики насосной установки. Определение мощности, потребляемой гидроприводом. остроение характеристики простого трубопровода /Лек/	5	2	
2.10	Исследование трехфазной магнитоэлектрической машины /Лаб/	5	2	
2.11	Исследование машины постоянного тока с независимым и последовательным возбуждением /Лаб/	5	2	
2.12	Сканирование рабочей зоны работа УРТК /Лаб/	5	3	
2.13	Фильтрация изображения, полученного в результате сканирования /Лаб/	5	3	
2.14	Поиск объектов в зоне сканирования, их распознавание и сортировка /Лаб/	5	3	
2.15	Обход трёхмерных препятствий с учетом оптимизации пути /Лаб/	5	3	

2.16	ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГИДРОПРИВОДА ПОСТУПАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ: Описание и анализ принципиальной схемы гидро- привода. Расчет основных параметров гидроцилиндра Расчет гидросети Расчет основных рабочих сред. /Пр/	5	16	
	Раздел 3. Электрические приводы мехатронных и робототехнических устройств			
3.1	Основные типы электрических приводов, используемых в робототехнике и мехатронике, обобщенная функциональная схема привода робота и мехатронного модуля /Лек/	6	1	
3.2	Электрические приводы с двигателями постоянного тока (ДПТ): типы и конструкция ДПТ, приводы постоянного тока с управляемыми тиристорными преобразователями /Лек/	6	2	
3.3	Основные схемы и режимы работы силовых тиристорных каскадов, динамические характеристики ДПТ /Лек/	6	1	
3.4	АСИНХРОННЫЙ ДВИГАТЕЛЬ С КОРОТКОЗАМКНУТЫМ РОТОРОМ КАК ОБЪЕКТ УПРАВЛЕНИЯ. Расчет механических $n=f(m)$ характеристик асинхронного двигателя в регулировочных режимах /Пр/	6	8	
3.5	Приводы на базе асинхронных двигателей (АД): принцип работы и основные конструктивные разновидности АД, механические характеристики АД, особенности двух- и трехфазных АД, /Лек/	6	2	
3.6	ДВИГАТЕЛЬ ПОСТОЯННОГО ТОКА НЕЗАВИСИМОГО ВОЗБУЖДЕНИЯ КАК ОБЪЕКТ УПРАВЛЕНИЯ Расчет электромеханических $n=f(I_a)$ и механических $n=f(M)$ характеристик двигателя постоянного тока независимого возбуждения в пуско-тормозных и /Пр/	6	8	
3.7	Режимы работы и пуск АД, управление АД, управление трехфазным АД, частотно-токовое управление с автономным инвертором, частотно-токовое управление /Лек/	6	2	
3.8	Электрические приводы с синхронными двигателями (СД): физические основы работы, области применения, синхронные двигатели с постоянными магнитами, принцип работы, статические и динамические характеристики /Лек/	6	2	
3.9	Шаговые двигатели (ШД): принцип работы, статические и динамические характеристики, схемы построения коммутаторов, требования к элементам привода на базе ШД /Лек/	6	2	
3.10	Бесконтактные двигатели постоянного тока (БДПТ): принципы работы, схемы управления, датчик положения ротора и требования к нему, основные элементы и требования к ним, статические и динамические характеристики БДПТ /Лек/	6	2	
3.11	Приводы на базе электромагнитных муфт (ЭММ): типы и конструкции электромагнитных муфт, статические характеристики, динамические характеристики, структурное представление приводов на базе ЭММ /Лек/	6	2	
3.12	Исследование трехфазной асинхронной машины с короткозамкнутым и фазным ротором /Лаб/	6	2	
3.13	Исследование трехфазной асинхронной машины при питании от однофазной /Лаб/	6	2	
3.14	Изучение конструкции и датчиков мехатронных модулей /Лаб/	6	3	
3.15	Изучение синтаксиса команд управления приводами манипуляторов /Лаб/	6	3	
3.16	Разработка алгоритмов работы манипуляторов для решения задач перемещения грузов /Лаб/	6	3	
3.17	Разработка алгоритмов работы манипуляторов для выполнения обхода контура /Лаб/	6	3	
	Раздел 4. Самостоятельная работа			
4.1	Подготовка к лекциям /Ср/	4	9	
4.2	Подготовка к лабораторным работам /Ср/	4	36	
4.3	Подготовка к лекциям /Ср/	5	8	
4.4	Подготовка к лабораторным работам /Ср/	5	16	
4.5	Подготовка к практическим занятиям /Ср/	5	16	

4.6	Подготовка к лекциям /Ср/	6	8	
4.7	Подготовка к лабораторным работам /Ср/	6	16	
4.8	Подготовка к практическим занятиям /Ср/	6	16	
4.9	Подготовка к курсовой работе /Ср/	6	34,5	
4.10	Подготовка к зачету /Ср/	4	8,75	
4.11	ПРИМЕНЕНИЕ В ЭЛЕКТРОПРИВОДАХ ДВИГАТЕЛЕЙ С РАСШИРЕННЫМИ РЕГУЛИРОВОЧНЫМИ СВОЙСТВАМИ /Ср/	5	11	
4.12	ЭЛЕКТРОПРИВОД С ДВИГАТЕЛЯМИ ПОВЫШЕННОГО БЫСТРОДЕЙСТВИЯ /Ср/	6	14	
4.13	ЭЛЕКТРОПРИВОД С НИЗКОСКОРОСТНЫМИ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯМИ /Ср/	6	15	
Раздел 5. Контактные часы на аттестацию				
5.1	Зачет /КА/	4	0,25	
5.2	Зачет /КЭ/	5	0,25	
5.3	Курсовая работа /КА/	6	1,5	
5.4	Экзамен /КЭ/	6	2,35	

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации обучающихся приведены в приложении к рабочей программе дисциплины.

Формы и виды текущего контроля по дисциплине (модулю), виды заданий, критерии их оценивания, распределение баллов по видам текущего контроля разрабатываются преподавателем дисциплины с учетом ее специфики и доводятся до сведения обучающихся на первом учебном занятии.

Текущий контроль успеваемости осуществляется преподавателем дисциплины (модуля), как правило, с использованием ЭИОС или путем проверки письменных работ, предусмотренных рабочими программами дисциплин в рамках контактной работы и самостоятельной работы обучающихся. Для фиксирования результатов текущего контроля может использоваться ЭИОС.

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

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Эл. адрес
Л1.1	Шичков Л. П.	Электрический привод: Учебник и практикум для вузов	Москва: Юрайт, 2021	https://urait.ru/bcode/47190

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Эл. адрес
Л2.1	Гринчар Н. Г., Зайцева Н. А.	Основы гидропривода машин. Ч. 1: учебное пособие для специалистов	Москва: УМЦ по образованию на железнодорожном транспорте, 2016	https://umczt.ru/books/34/25

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Эл. адрес
Л2.2	Гринчар Н. Г., Зайцева Н. А.	Основы гидропривода машин. Ч. 2: учебное пособие для специалистов	Москва: УМЦ по образованию на железнодорожном транспорте, 2016	s://umczdt.ru/books/34/2
6.2 Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)				
6.2.1 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения				
6.2.1.1		Mat lab 14 Договор № 0342100004812000038-0001013-01		
6.2.1.2		Microsoft Windows 8.1 ДОГОВОР №0342100004814000045		
6.2.2 Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем				
6.2.2.1		База книг и публикаций Электронной библиотеки "Наука и Техника" - http://www.n-t.ru		
6.2.2.2		База бесплатные 3D модели для различных CAD систем www.3dcontentcentral.com		
6.2.2.3		Интеллектуальные мобильные роботы. www.imobot.ru		
6.2.2.4		Планирование траекторий мобильных роботов и рабочих органов манипуляторов. www.sourceforge.net/projects/ompl		
6.2.2.5		Проект с открытым исходным кодом для управления роботами и их моделирования. www.playerstage.sourceforge.net		
6.2.2.6		Информационная справочная система Техэксперт https://tech.company-dis.ru		
6.2.2.7		Информационная справочная система "Гарант" http://www.garant.ru		
7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)				
7.1		Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения: мультимедийное оборудование для предоставления учебной информации большой аудитории и/или звукоусиливающее оборудование (стационарное или переносное).		
7.2		Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения: мультимедийное оборудование и/или звукоусиливающее оборудование (стационарное или переносное).		
7.3		Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.		
7.4		Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.		
7.5		Лаборатории, оснащенные компьютерами.		
7.6		Помещения для курсового проектирования / выполнения курсовых работ, укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения (стационарными или переносными).		