

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Тульский государственный университет»**

**Политехнический институт
Кафедра «Робототехника и автоматизация производства»**

Утверждено на заседании кафедры
«Робототехника и автоматизация
производства»
«14» января 2021 г., протокол №6

Заведующий кафедрой

 Е.В. Ларкин

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
«Силовые элементы роботов»**

**основной профессиональной образовательной программы
высшего образования – программы бакалавриата**

по направлению подготовки
09.03.02 Информационные системы и технологии

с направленностью (профилем)
Информационные системы и технологии в робототехнике

Форма обучения: очная

Идентификационный номер образовательной программы: 090302-02-21

Тула 2021 год

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ
рабочей программы дисциплины (модуля)

Разработчик:

Котова Наталья Александровна, доцент, канд. тех. наук
(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

1 Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины является формирования у студентов теоретических и практических знаний и навыков по проектированию и методикам расчета приводов, освоение терминологии, классификации, состава, принципов действия, назначения областей применения и конструкциям пневматических, гидравлических и электрических приводов роботов и робототехнических систем.

Задачами освоения дисциплины (модуля) являются:

- изучение классификации пневматических, гидравлических и электрических приводов;
- освоение конструкций современных пневматических, гидравлических и электрических приводов и их элементов;
- изучение состава, назначения, принципа действия пневматических, гидравлических и электрических приводов;
- изучение теоретических основ, методик проектирования и расчета пневматических, гидравлических и электрических приводов;
- освоение функциональных, пневматических, гидравлических и электрических схем приводов, методов их построения и выбора элементов.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина (модуль) относится к части основной профессиональной образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений.

Дисциплина (модуль) изучается в 6 и 7 семестрах.

3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы (формируемыми компетенциями) и индикаторами их достижения, установленными в общей характеристике основной профессиональной образовательной программы, приведён ниже.

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен:

Знать:

1) математические модели гидравлических и пневматических приводов роботов и робототехнических систем; типовые конструкторские решения, используемые в механических узлах и электрических блоках систем электропривода для обеспечения требуемого движения исполнительных органов роботов (код компетенции – ПК-4, код индикатора – ПК-4.1);

Уметь:

1) решать обратные задачи динамики для пневмо- и гидропривода для формирования алгоритма управления по заданному закону движения манипулятора технологического робота; оптимально согласовывать параметры стыка механической и электронной частей привода (код компетенции – ПК-4, код индикатора – ПК-4.2);

Владеть:

1) приемами составления алгоритмов управления пневмо- и гидроприводами при их работе в составе робототехнических систем и комплексов; приемами проектирования от-

дельных частей системы электропривода в составе манипуляционных и робототехнических систем (код компетенции – ПК-4, код индикатора – ПК-4.3);

Полные наименования компетенций и индикаторов их достижения представлены в общей характеристике основной профессиональной образовательной программы.

4 Объем и содержание дисциплины (модуля)

4.1 Объем дисциплины (модуля), объем контактной и самостоятельной работы обучающегося при освоении дисциплины (модуля), формы промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

Номер семестра	Формы промежуточной аттестации	Общий объем в зачетных единицах	Общий объем в академических часах	Объем контактной работы в академических часах						Объем самостоятельной работы в академических часах
				Лекционные занятия	Практические (семинарские) занятия	Лабораторные работы	Клинические практические занятия	Консультации	Промежуточная аттестация	
Очная форма обучения										
6	ЗЧ	3	108	32		16	-	0	0,1	59,9
7	Э, КР	3	108	28	14	14	-	3	0,5	48,5
Итого	-	6	216	60	14	30	-	3	0,6	108,4

Условные сокращения: Э – экзамен, ЗЧ – зачет, ДЗ – дифференцированный зачет (зачет с оценкой), КР – защита курсового проекта, КР – защита курсовой работы.

4.2 Содержание лекционных занятий

Очная форма обучения

№ п/п	Темы лекционных занятий
6 семестр	
1	Введение. Обзор литературы. Основные типы приводов, используемые в робототехнике.
2	Типы приводов: пневматический привод, гидравлический привод, электрический привод.
3	Пневматические приводы роботов и РТС. Состав и назначение основных элементов пневмопривода. Функциональная схема, статические и динамические характеристики пневмопривода и его основных элементов. Пневмодвигатели. Пневматические распределительные устройства. Управляющие устройства.
4	Системы позиционирования пневмоприводов роботов.
5	Способы улучшения статических и динамических характеристик пневмоприводов
6	Методы плавной остановки поршня в системах позиционирования по упорам.
7	Типовая схема системы пневмоприводов робота.
8	Математическое описание пневматического привода.
9	Расчет параметров дискретного пневмопривода.

№ п/п	Темы лекционных занятий
10	Принцип действия и основные рабочие параметры гидравлического привода. Элементы гидравлических приводов.
11	Математическое описание гидроприводов роботов.
12	КПД гидравлического привода с дроссельным управлением.
13	Гидравлический привод робота с объемным управлением.
14	Способы улучшения динамики гидроприводов с помощью корректирующих обратных связей.
7 семестр	
15	Функциональная схема электропривода
16	Электродвигатели постоянного тока
17	Математическое описание, передаточные функции и структурные схемы двигателей постоянного тока
18	Двигатели постоянного тока с вентильным (тиристорным) управлением
19	Бесконтактные двигатели
20	Асинхронные двигатели
21	Вентильные двигатели
22	Шаговые двигатели
23	Датчики электроприводов роботов. Тахогенераторы
24	Потенциометрические датчики
25	Вращающиеся трансформаторы
26	Сельсины
27	Кодовые датчики
28	Схемы управления электроприводами роботов
29	Аналоговые регуляторы скорости и тока электроприводов роботов
30	Микропроцессорные управляющие устройства приводов роботов

4.3 Содержание практических (семинарских) занятий

Очная форма обучения

№ п/п	Темы практических (семинарских) занятий
6 семестр	
Занятия указанного типа не предусмотрены основной профессиональной образовательной программой.	
7 семестр	
1	Разработка пневматической схемы и составление описание работы пневматического привода
2	Расчет параметров и выбор пневмопривода двухстороннего действия
3	Расчет механической характеристики гидравлического привода с дроссельным управлением
4	Расчет механической характеристики гидравлического привода с объемным управлением
5	Расчет и построение механической характеристики электромеханического привода робота

4.4 Содержание лабораторных работ

Очная форма обучения

№ п/п	Темы лабораторных работ
6 семестр	
1	Изучение конструкции аксиально-поршневого гидромотора и определение его эксплуатационных параметров
2	Изучение конструкции аксиально-поршневого гидронасоса и определение его эксплуатационных параметров
3	Изучение пневматических приводов и элементов промышленного робота МРЛУ-200
4	Изучение типовой схемы системы пневмоприводов технологического робота ПР5-2Э
7 семестр	
5	Комплексные исследования датчиков углов электромеханических приводов роботов
6	Изучение конструкций двигателей постоянного тока и тахогенераторов электромеханических приводов роботов
7	Электрическое согласование сельсинов электромеханических приводов роботов

4.5 Содержание клинических практических занятий

Занятия указанного типа не предусмотрены основной профессиональной образовательной программой.

4.6 Содержание самостоятельной работы обучающегося

Очная форма обучения

№ п/п	Виды и формы самостоятельной работы
6 семестр	
1	Подготовка к лабораторным работам
2	Подготовка к промежуточной аттестации и ее прохождение
7 семестр	
3	Подготовка к практическим (семинарским) занятиям
4	Подготовка к лабораторным работам
5	Выполнение курсовой работы
6	Подготовка к промежуточной аттестации и ее прохождение

5 Система формирования оценки результатов обучения по дисциплине (модулю) в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося

Очная форма обучения

Мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося			Максимальное количество баллов
6 семестр			
Текущий контроль успеваемости	Первый рубежный контроль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Посещение лекционных занятий	5
		Выполнение лабораторной работы №№ 1-2	15
		Тестирование 1	10
	Второй рубежный контроль	Итого	
		30	
	Второй рубежный контроль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Посещение лекционных занятий	5

Мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося			Максимальное количество баллов
		Выполнение лабораторной работы №№ 3-4	15
		Тестирование 2	10
		Итого	30
Промежуточ-ная аттестация	Зачет		40 (100*)
7 семестр			
Текущий контроль успеваемости	Первый рубежный контроль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Посещение лекционных занятий	5
		Работа на практических занятиях	5
		Выполнение лабораторной работы №№5-6	10
		Тестирование 1	10
		Итого	30
	Второй рубежный контроль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Посещение лекционных занятий	5
		Работа на практических занятиях	5
		Выполнение лабораторной работы № 7	10
		Тестирование 2	10
		Итого	30
Промежуточ-ная аттестация	Экзамен		40 (100*)
	Защита курсовой работы		100

* В случае отказа обучающегося от результатов текущего контроля успеваемости

Шкала соответствия оценок в стобалльной и академической системах оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

Система оценивания результатов обучения	Оценки			
Стобалльная система оценивания	0 – 39	40 – 60	61 – 80	81 – 100
Академическая система оценивания (экзамен, дифференцированный зачет, защита курсового проекта, защита курсовой работы)	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Академическая система оценивания (зачет)	Не зачтено	Зачтено		

6 Описание материально-технической базы (включая оборудование и технические средства обучения), необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) требуется:

- для проведения лекционных занятий по дисциплине (модулю) требуется учебная аудитория, оборудованная доской для написания мелом, а также ноутбуком, видеопроектором, настенным экраном;
- для проведения практических занятий требуется учебная аудитория, оборудованная доской для написания мелом;
- для проведения лабораторных работ аудитория зала роботов.

7 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

7.1 Основная литература

1. Вольдек А.И. Электрические машины. Введение в электромеханику. Машины постоянного тока и трансформаторы : учебник для вузов / А.И. Вольдек, В.В. Попов .— М. [и др.] : Питер, 2007 .— 320 с.
2. Гольдберг, О. Д. Электромеханика: учебник для вузов / О. Д. Гольдберг, С. П. Хелемская ; под ред. О. Д. Гольдберга .— М. : Академия, 2007 .— 505 с.
3. Донской, А. С. Моделирование и расчет пневматических приводов : учебное пособие / А. С. Донской. — Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2019. — 78 с. — ISBN 978-5-7422-6343-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/83322.html>
4. Копылов И.П. Электрические машины : Учеб. пособие для вузов /— 3-е изд., испр. — М.: Высш. шк., 2002 .— 607 с.
5. Пневматические системы и устройства технологического оборудования: учеб. пособие для вузов / А. Г. Схиртладзе [и др.] .— 2-е изд., перераб. и доп. — Старый Оскол : ТНТ, 2010 .— 128 с.
6. Попов Д.Н. Гидромеханика: учебник для вузов / Д.Н. Попов, С.С. Панайотти, М.В. Рябинин; под ред. Д.Н. Попова.— М. : МГТУ им. Баумана, 2002 .— 384 с.
7. Усольцев, А. А. Электрический привод : учебное пособие / А. А. Усольцев. — Санкт-Петербург : Университет ИТМО, 2012. — 242 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/65386.html>

7.2 Дополнительная литература

1. Андреев, А.Ф. Гидропневмоавтоматика и гидропривод мобильных машин. Средства гидропневмоавтоматики: Учеб. пособие для студентов спец. "Гидропневмосистемы транспортных и технологических машин" вузов/ А.Ф. Андреев, П.П. Артемьев, П.Р. Бартош и др.; Под общ. ред.: Н.В. Богдана, Н.Ф. Метлюка .— Минск : ВУЗ-ЮНИТИ БГПА, 2000 .— 224 с.
2. Богдан Н.В. Гидропневмоавтоматика и гидропривод мобильных машин. Эксплуатация и надежность гидро- и пневмосистем : Учеб. пособие для вузов/ .В. Богдан, П.Н. Кишкевич, В.С. Шевченко .— Минск: Ураджай, 2001 .— 396 с.
3. Костин С. В. Рулевые приводы/ С. В. Костин, Б. И. Петров, Н. С. Гамынин.— М. : Машиностроение, 1973 .— 204 с.
4. Попов Д.Н. Механика гидро- и пневмоприводов: учебник для вузов /.— М. : МГТУ им. Баумана, 2001 .— 320 с.
5. Электромеханические системы: учеб. пособие / Г.П. Елецкая, Н.С. Илюхина, А.П. Панков; ТулПИ .— Тула, 1990 .— 104 с.
6. Элементы и устройства пневмоавтоматики высокого и низкого давления: Каталог-справочник. Ч.3/ Информ.-коммерч. фирма "Каталог"; Сост. Жмылевская М.Л. — М. : ИКФ "Каталог", 2000 .— 124 с.
7. Элементы устройства пневмоавтоматики высокого и низкого давления: Каталог-справочник. Ч.1/ Всерос. науч.-исслед. ин-т информ. и техн.-экон. исслед. по машиностроению и робототехнике; Информ.-коммерч. фирма "Каталог"; Сост. Жмылевская М.Л. — М.: ИКФ "Каталог", 1999 .— 108 с.

8 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. <https://tsutula.bibliotech.ru/> - Электронный читальный зал “БИБЛИОТЕХ”: учебники авторов ТулГУ по всем дисциплинам. Режим доступа: по паролю.- Загл. с экрана
2. <http://elibrary.ru/> - Научная Электронная Библиотека eLibrary – библиотека электронной периодики. Режим доступа: по паролю.- Загл. с экрана.
3. <http://cyberleninka.ru/> - НЭБ КиберЛенинка научная электронная библиотека открытого доступа. Режим доступа: свободный.- Загл. с экрана.
4. <http://window.edu.ru> - Единое окно доступа к образовательным ресурсам: портал [Электронный ресурс]. Режим доступа: свободный.- Загл. с экрана.
5. <http://www.novtex.ru/mech> - Мехатроника, автоматизация, управление: журнал. Режим доступа: свободный.- Загл. с экрана.
6. <http://www.mathnet.ru> - Автоматика и телемеханика: журнал. Режим доступа: свободный.- Загл. с экрана.

9 Перечень информационных технологий, необходимых для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

9.1 Перечень необходимого ежегодно обновляемого лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

1. Пакет офисных приложений «МойОфис»

9.2 Перечень необходимых современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

1. Компьютерная справочная правовая система Консультант Плюс.