

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

УТВЕРЖДАЮ  
Первый проректор  
ГГТУ им. П.О. Сухого

\_\_\_\_\_ О.Д.Асенчик  
\_\_\_\_\_ 14.12. 2022

Регистрационный № УД- 24-63 /уч.

ГИДРОПНЕВМОАВТОМАТИКА  
ПРОМЫШЛЕННЫХ РОБОТОВ

Учебная программа учреждения высшего образования  
по учебной дисциплине для специальности:

1-53 01 06 «Промышленные роботы и робототехнические комплексы»

2022 г.

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта РБ «ОСВО 1-53 01 06 -2019 Высшее образование. Первая ступень. Специальность 1-53 01 06 «Промышленные роботы и робототехнические комплексы», учебных планов специальности 1-53 01 06 «Промышленные роботы и робототехнические комплексы» специализации 1-53 01 06 01 «Промышленные роботы и робототехнические комплексы в машиностроении» № I 53-1-05/уч.05.02.2020, I 53-1-07/уч.05.02.2021, I 53-1-13/уч.31.05.2022

#### **СОСТАВИТЕЛИ:**

Михайлов М.И., заведующий кафедрой «Робототехнические системы», учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», доктор технических наук, профессор;

Лепший А. П., доцент кафедры «Робототехнические системы» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», кандидат технических наук, доцент

#### **РЕЦЕНЗЕНТ:**

А.А. Кафанов – директор ОАО «Гомельский завод станков и узлов»;

#### **РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

Кафедрой «Робототехнические системы» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», (протокол № 4 от 05.12.2022 г.);

Научно-методическим советом машиностроительного факультета учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» (протокол № 2 от 06.12.2022 г.); УД-РТ-058/уч.

Научно-методическим советом учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» (протокол № 3 от 13.12.2022 г.).

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная программа по дисциплине «Гидропневмоавтоматика промышленных роботов» составлена на основе образовательного стандарта высшего образования первой ступени РБ ОСВО 1-53 01 06-2019 специальности 1-53 01 06 «Промышленные роботы и робототехнические комплексы»; учебных планов по специальности 1-53 01 06 «Промышленные роботы и робототехнические комплексы».

Целью преподавания дисциплины «Гидропневмоавтоматика промышленных роботов» является получение знаний по современным устройствам и системам управления гидропневмоприводами промышленных роботов, а также наладки и эксплуатации элементов гидропневмоавтоматики.

Основная задача учебной дисциплины - изучение наиболее распространенных устройств гидропневмоавтоматики промышленных роботов и особенностей их эксплуатации.

Дисциплина «Гидропневмоавтоматика промышленных роботов» базируется на знаниях, полученных при изучении таких дисциплин государственного компонента как «Детали и механизмы приборов и машин», «Основы робототехники», «Химические и производственные технологии», «Электропривод промышленных роботов». В основе дисциплины лежат фундаментальные знания по «Математике», «Физике», «Материаловедению», «Теоретической механике», «Нормированию точности и техническим измерениям». Знания и умения, полученные студентами при изучении данной учебной дисциплины, необходимы для освоения последующих специальных дисциплин и дисциплин специализации, связанных с технологиями и проектированием роботов и робототехнических систем, в том числе: «Эксплуатация робототехнических систем», «Проектирование оборудования роботизированного производства», а также при выполнении студентами курсовых работ (проектов), научно-исследовательских работ, дипломного проекта.

### Требования к освоению учебной дисциплины

В результате освоения учебной дисциплины «Гидропневмоавтоматика промышленных роботов» студент должен:

#### **знать:**

- основные понятия и определения свойств жидкостей и газов;
- устройство и принцип работы гидропневмоприводов типовых конструкций промышленных роботов;
- классификацию, устройство и принцип действия элементов гидропневмоавтоматики промышленных роботов и требования, предъявляемые к ним;
- типовые схемы и конструкции элементов гидропневмоавтоматики;
- особенности расчета гидропневмоприводов и элементов гидропневмоавтоматики;

- основные свойства и требования к рабочим средам, применяемым в элементах гидропневмоавтоматики;

**уметь:**

- выбирать рабочую среду для систем гидропневмоприводов и элементов гидропневмоавтоматики с соответствующими характеристиками;

- ставить и решать задачи выбора основных параметров элементов гидропневмоавтоматики;

- читать и составлять гидропневмосхемы приводов промышленных роботов;

- производить наладку гидропневмосистем приводов и элементов гидропневмоавтоматики промышленных роботов на требуемые параметры с необходимыми характеристиками;

**владеть:**

- навыками выбора элементов гидропневмоавтоматики, вспомогательного гидропневмооборудования и рабочих сред для гидравлических и пневматических систем по каталогам и справочникам;

- методами регулирования и автоматизации гидропневмоприводов промышленных роботов.

Освоение данной учебной дисциплины обеспечивает формирование у студентов следующей специализированной компетенции:

- владеть методами расчета требуемых характеристик пневматического и гидравлического привода промышленных роботов. Уметь выбирать технические средства и разрабатывать схему управления.

Вместе с тем развиваются и закрепляются следующие профессиональные компетенции:

- уметь правильно выбирать рабочую среду для систем гидропневмоприводов, производить наладку элементов гидропневмоавтоматики промышленных роботов на требуемые параметры с необходимыми характеристиками.

- в составе группы специалистов разрабатывать схемы гидропневмоприводов промышленными роботами;

- уметь рассчитывать детали и конструкции гидропневмоприводов элементов гидропневмоавтоматики промышленных роботов на прочность, жесткость и виброустойчивость;

- уметь осуществлять поиск, хранение и анализ информации из различных источников, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий;

- работать с научной, нормативно-справочной и специальной литературой. Форма получения высшего образования для специальности 1-53 01 06 «Промышленные роботы и робототехнические комплексы» - дневная.

Общее количество часов, отводимое на изучение учебной дисциплины «Гидропневмоавтоматика промышленных роботов» - 120 часов.

Трудоёмкость учебной дисциплины, выраженная в зачётных единицах -3,0.

Распределение аудиторного времени по видам занятий, курсам и семестрам

Виды занятий, курсы, семестры, и формы текущей аттестации	Форма получения высшего образования
	Дневная
Курс	3
Семестр	6
Лекции (час.)	34
Лабораторные занятия (час)	17
Всего аудиторных часов	51
Форма текущей аттестации	
Зачет (семестр)	6

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

### **РАЗДЕЛ I. Подготовка рабочих сред для систем гидро- и пневмоавтоматики**

Тема 1.1. Устройства подготовки и движения рабочей жидкости (воздуха).

Назначение, устройство и принцип работы насосной установки. Конструктивные особенности, эксплуатация и настройка кондиционеров рабочей жидкости: гидроочистители, установка фильтров в гидропневмосистемах, теплообменники, сапуны. Конструкции гидроаккумуляторов.

Тема 1.2. Конструкция, эксплуатация, настройка устройств подготовки воздуха.

Общие сведения о рабочей среде пневмопривода. Степени загрязнения воздуха. Обобщенная схема подготовки сжатого воздуха на компрессорной станции. Фильтры-влагоотделители, редуционный пневмоклапан, маслораспылитель, блок подготовки воздуха.

### **РАЗДЕЛ II. Управление движением гидро- и пневмоприводов.**

Тема 2.1. Принципы действия и основные свойства гидро- и пневмоприводов.

Обобщенная структура объемного привода. Назначение, классификация и характеристики объемных приводов. Типовые гидро- пневмосхемы промышленных роботов. Работа, мощность и КПД объемных машин. Потери энергии в трубопроводах гидро- и пневмоприводов.

Тема 2.2. Мультипликационный эффект объемного гидропривода.

Назначение, оценка мультипликационного эффекта, гидромultiпликатор. Дроссельное регулирование скорости объемного гидропривода. Стабилизация, синхронизация и пропорциональное регулирование потоков в гидроприводах. Особенности регулирования скорости пневмопривода. Машинное регулирование скорости гидроприводов.

Тема 2.3. Двухпозиционные приводы с релейным управлением.

Применение, конструкции. особенности управления, цикловая система управления. Энергетический расчет привода и выбор объемного двигателя. Гидравлический расчет привода и выбор трубопроводов и аппаратов.

Тема 2.4. Торможение объемных двигателей и выбор тормозных устройств.

Назначение, способы торможения, конструкции устройств в гидро- пневмоприводах. Насосные установки гидроприводов с цикловым программным управлением. Тепловой расчет объемного гидропривода

Тема 2.5. Следящие гидро- и пневмоприводы с дроссельным управлением.

Принципы действия и структура следящих приводов. Дроссельное регулирование скорости исполнительных механизмов. Энергетический расчет следящих приводов с дроссельным управлением.

Тема 2.6. Особенности конструкции и расчет параметров дросселирующих распределителей.

Особенности конструкций запорно-регулирующих элементов в следящих приводах, принцип работы и расчет параметров. Следящие гидроприводы с механическим управлением. Следящие приводы с пневматическим и гидравлическим управлением.

Тема 2.7. Выбор и оценка эффективности корректирующих устройств.

Назначение корректирующих устройств, принцип работы и оценка эффективности гидромеханических и электромеханических устройств. Следящий привод с электрическим управлением и дроссельным регулированием скорости.

Тема 2.8. Объемные приводы дискретного действия.

Принципы построения и области применения дискретных позиционеров. Особенности проектирования дискретного гидропривода с шаговым распределителем. Оценка быстродействия гидродвигателя с учетом распределенности параметров гидролинии. ....

### **РАЗДЕЛ III. Автоматизированные и следящие гидроприводы с машинным управлением**

Тема 3.1. Выбор структуры, определение исходных данных и оценка мощности гидропривода.

Типовые структурные схемы, устройство, принцип работы, расчет мощности привода. Расчет основных параметров и выбор типоразмеров гидромашин и гидроаппаратов. Автоматическое регулирование насоса в режиме постоянной мощности.

Тема 3.2. Анализ качества автоматического регулирования объемного гидропривода.

Назначение анализа качества процесса регулирования, основные показатели. Следящий гидропривод с машинным управлением и механической обратной связью. Электрогидравлический следящий привод с машинным управлением.

Тема 3.3. Элементы и устройства гидропневмоавтоматики.

Общие сведения об элементах гидроавтоматики. Назначение, основные функции и определения аппаратуры управления. Классификация и требования к аппаратуре управления. Контрольная гидроаппаратура. Усилители мощности и следящие устройства. Струйная пневмоавтоматика. Пневматические усилители и преобразователи. Пневматические программные задающие устройства.

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
(Дневная форма получения образования)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР*	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>1</b>	<b>Подготовка рабочих сред для систем гидро- и пневмоавтоматики</b>	4						
1.1	Устройства подготовки и движения рабочей жидкости	2						3, ОЛЗ
1.2	Конструкция, эксплуатация, настройка устройств подготовки воздуха	2						3, ОЛЗ
<b>2</b>	<b>Управление движением гидро- и пневмоприводов</b>	20			10			
2.1	Принципы действия и основные свойства гидро- и пневмоприводов	2			4			3, ОЛЗ
2.2	Мультипликационный эффект объемного гидропривода	2			2			3, ОЛЗ
2.3	Двухпозиционные приводы с релейным управлением	4						3
2.4	Торможение объемных двигателей и выбор тормозных устройств	2						3
2.5	Следящие гидро- и пневмоприводы с дроссельным управлением	4			4			3
2.6	Особенности конструкции и расчет параметров дросселирующих распределителей	2						3
2.7	Выбор и оценка эффективности корректирующих устройств	2						3
2.8	Объемные приводы дискретного действия	2						3



1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>3</b>	<b>Автоматизированные и следящие гидроприводы с машинным управлением</b>	10			7			3, ОЛЗ
3.1	Выбор структуры, определение исходных данных и оценка мощности гидропривода	2						3
3.2	Анализ качества автоматического регулирования объемного гидропривода	4			4			3
3.3	Элементы и устройства гидропневмоавтоматики	4			3			3

Сокращения – 3 – зачет; ОЛЗ – опрос на лабораторных занятиях.

## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### Основная литература

1. Архипов, М. В. Промышленные роботы: управление манипуляционными роботами: учебное пособие для среднего профессионального образования / М. В. Архипов, М. В. Вартанов, Р. С. Мищенко. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 170 с.

2. Гидравлика, гидромашины и гидропневмопривод: учеб. пособие для вузов/ Т.В.Артемяева [и др.]; под ред. С.П.Стесина. — 4-е изд., стер., - Москва: Академия, 2008. — 335 с.

### Дополнительная литература

1. Андреев А.Ф., Артемьев П.П. и др. Гидропневмоавтоматика и гидропривод мобильных машин. Средства гидропневмоавтоматики. — Мн.: ВУЗ-ЮНИТИ БГПА – ИСН, 1998. — 224 с.

2. Леканова Т.Л. Гидро-и пневмоавтоматика: учебное пособие/ т.л.Леканова, В.Т.Чупров.-Сыкт. Лесн. Ин-т. – Сыктывкар: СЛИ, 2012. – 52 с. (электронный ресурс). – Режим доступа: [https://docs.google.com/viewerng/viewer?url=http5%3A//window.edu.ru/resource/690/76690/files/gidro\\_i\\_pevmoavtomatika\\_2012.pdf](https://docs.google.com/viewerng/viewer?url=http5%3A//window.edu.ru/resource/690/76690/files/gidro_i_pevmoavtomatika_2012.pdf).

3. Лепешкин, А.В. Гидравлика и гидропневмопривод. Гидравлические машины и гидропневмопривод: учебник/ А.В. Лепешкин, А.А. Михайлин, А.А. Шейпак. – 6-е изд., перераб. и доп. – М.: ИНФРА-М, 2017. – 446 с. (электронный ресурс). – Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=548219>.

4. Лукьяненко, О.В. Гидропривод и гидропневмоавтоматика: Лабораторный практикум / О.В. Лукьяненко, П.В. Сеница. – Минск: РИПО, 2021. – 76 с.

5. Навроцкий, К.Л. Теория и проектирование гидро- и пневмоприводов/ К.Л. Навроцкий. – Москва: Машиностроение, 1991. – 384 с.

6. Наземцев А.С.. Пневматические и гидравлические приводы и системы / А.С. Наземцев, Д.Е. Рыльченко. Ч. 1. Пневматические приводы и средства автоматизации, Ч. 2. Гидравлические приводы и системы. Издательство: Форум . 2007 (страниц): ч.1. -240, ч.2 – 304.

7. Пневматические устройства и системы в машиностроении: Справочник/ Е.В. Герц, А.И. Кудрявцев и др. Под общ. Ред. Е.В. Герц – М.: Машиностроение, 1981. – 408 с.

8. Слюсарев А.Н. Гидравлические и пневматические элементы и приводы промышленных роботов: Учебник для техникумов по специальности «Эксплуатация промышленных роботов». – М.: Машиностроение, 1989. – 168с.

9. Филиппова, Л.Г. Гидравлика, гидропривод и гидропневмоавтоматика: практикум: пособие для студентов специальности 1-37 01 02

«Автомобилестроение (по направлениям)» / Л.Г. Филиппова. С.В. Ермилов. – Минск: БНТУ, 2020. – 69 с.

## СРЕДСТВА ДИАГНОСТИКИ, ПРОЦЕДУР ОЦЕНКИ УРОВНЯ ЗНАНИЙ

Для диагностики компетентности результатов учебной деятельности применяться следующие формы контроля:

- устная форма в виде собеседования на лабораторных занятиях;
- письменная форма в виде письменных отчетов по лабораторным занятиям;
- устно-письменная форма в виде зачета.

### Перечни используемых средств диагностики результатов учебной деятельности

- проведение текущих контрольных опросов по изучаемым темам;
- текущая аттестация по успеваемости;
- сдача зачета.

При прохождении текущей аттестации студентам запрещается пользоваться учебными изданиями, записями, конспектами, мобильными телефонами и другими средствами хранения и передачи информации.

### Информация по контролю качества усвоения знаний

Рубежный контроль знаний по дисциплине «Гидропневмоавтоматика промышленных роботов» организуется в соответствии с учебным планом.

### Перечень методов (технологий) обучения

Основными методами (технологиями) обучения, отвечающими целям изучения дисциплины, являются:

- чередование теоретических лекционных занятий с лабораторными занятиями;
- использование во время теоретических занятий современных средств, презентаций и обучающих программ.

### Организация самостоятельной работы студентов

При изучении дисциплины используются следующие формы самостоятельной работы:

- выполнение студентами индивидуальных заданий во время проведения лабораторных занятий.
- подготовка к сдаче зачета.

Контроль самостоятельной работы студентов и оценка ее результатов организуется как единство двух форм: самоконтроль и самооценка, а также контроль и оценка со стороны преподавателя. Самостоятельную работу студентов можно разделить на обязательную и дополнительную. Обязательная самостоятельная работа обеспечивает подготовку студента к текущим ауди-

торным занятиям. Результаты этой подготовки проявляются в активности студента на занятиях и других форм текущего контроля.

При изучении дисциплины рекомендуется использовать такую форму самостоятельной работы, как решение индивидуальных заданий в аудитории на лабораторных занятиях под контролем преподавателя.

В целях развития у студентов навыков работы с учебной и научной литературой часть разделов лекционного материала описательного характера изучается самостоятельно по литературе, указанной в программе.

Для организации самостоятельной работы студентов необходимо использовать современные информационные технологии: информационные ресурсы учебного портала или электронной библиотеки университета.

Эффективность самостоятельной работы студентов целесообразно проверять в ходе текущего (рубежного) и итогового контроля знаний.

#### Методы (технологии) обучения и инновационные подходы к преподаванию дисциплины

Основными методами (технологиями) обучения в соответствии с целью, задачами дисциплины и направлениями развития современной системы образования являются:

- элементы проблемного обучения (проблемное, вариативное изложение, частично-поисковый метод), реализуемые на лекционных занятиях;
- элементы интерактивного обучения, реализуемые на лекционных занятиях;
- элементы учебно-исследовательской деятельности, творческого подхода, реализуемые на лабораторных занятиях и при самостоятельной работе;
- коммуникативные технологии, реализуемые на лабораторных занятиях.

При преподавании дисциплины рекомендуется применение мультимедийных, информационно-коммуникационных технологий и цифровых информационных ресурсов. Лекционные занятия рекомендуется проводить с использованием компьютерных презентаций, видеофильмов и других информационно-иллюстративно-демонстрационных средств компьютерных информационных технологий в интерактивном режиме.

#### Перечень тем лабораторных занятий

1. Исследование параметров гидро- и пневмодвигателей – 2ч.
2. Исследование способов регулирования скорости исполнительного органа робота – 2ч.
3. Определение характеристики объемных гидропневмоприводов роботов - 4ч.
4. Исследование параметров дроссельного регулирования скорости объемного гидропневмопривода робота – 2ч.
5. Электрогидравлический следящий привод с машинным управлением робота -4ч.
6. Наладка элементов гидро- и пневмоавтоматики – 3ч.

## Перечень контрольных вопросов

1. Устройства подготовки и движения рабочей жидкости (воздуха).
2. Назначение, устройство и принцип работы насосной установки.
3. Назначение, устройство и принцип работы гидроочистителей.
4. Назначение, устройство и принцип работы теплообменников.
5. Назначение, устройство и принцип работы сапунов.
6. Назначение, устройство и принцип работы гидроаккумуляторов.
7. Назначение, устройство и принцип работы блока подготовки воздуха.
8. Принципы действия и основные свойства гидроприводов.
9. Принципы действия и основные свойства пневмоприводов.
10. Дроссельное регулирование скорости объемного гидропривода.
11. Стабилизация, синхронизация и пропорциональное регулирование потоков в гидроприводах.
12. Особенности регулирования скорости пневмопривода.
13. Машинное регулирование скорости гидроприводов.
14. Энергетический расчет привода и выбор объемного двигателя.
15. Гидравлический расчет привода и выбор трубопроводов и аппаратов.
16. Торможение объемных двигателей и выбор тормозных устройств.
17. Насосные установки гидроприводов с цикловым программным управлением.
18. Тепловой расчет объемного гидропривода.
19. Принципы действия и структура следящих приводов.
20. Дроссельное регулирование скорости исполнительных механизмов.
21. Энергетический расчет следящих приводов с дроссельным управлением.
22. Особенности конструкции и расчет параметров дросселирующих распределителей.
23. Следящие гидроприводы с механическим управлением.
24. Следящие приводы с пневматическим и гидравлическим управлением.
25. Выбор и оценка эффективности корректирующих устройств.
26. Следящий привод с электрическим управлением и дроссельным регулированием скорости.
27. Принципы построения и области применения дискретных позиционеров.
28. Особенности проектирования дискретного гидропривода с шаговым распределителем.
29. Выбор структуры, определение исходных данных и оценка мощности гидропривода.
30. Расчет основных параметров и выбор типоразмеров гидромашин и гидроаппаратов.
31. Автоматическое регулирование насоса в режиме постоянной мощности.

32. Анализ качества автоматического регулирования объемного гидропривода.

33. Следящий гидропривод с машинным управлением и механической обратной связью.

34. Электрогидравлический следящий привод с машинным управлением.

35. Назначение, основные функции и определения аппаратуры управления.

36. Классификация и требования к аппаратуре управления.

37. Контрольная гидроаппаратура. Основные функции и назначение

38. Усилители мощности и следящие устройства. Назначение и принцип работы.

39. Струйная пневмоавтоматика. Область применения и принцип работы.

40. Пневматические усилители и преобразователи. Область применения и принцип работы.

41. Пневматические программные задающие устройства. Назначение, устройство и принцип работы.

## ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы по изучаемой дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
1	2	3	4
Технология роботизированного производства изделий электроники и машин	РТС	Нет  М.И. Михайлов	
Расчет и конструирование роботов	РТС	Нет  М.И. Михайлов	