

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

_____ Страхов С.Ю.

« ____ » _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ЭЛЕМЕНТЫ ГИДРОПНЕВМОАВТОМАТИКИ

Направление/специальность подготовки	15.03.06 Мехатроника и робототехника
Специализация/профиль/программа подготовки	Мехатроника
Уровень высшего образования	Бакалавриат
Форма обучения	Очная
Факультет	И Информационных и управляющих систем
Выпускающая кафедра	И8 СИСТЕМЫ ПРИВОДОВ, МЕХАТРОНИКА И РОБОТОТЕХНИКА
Кафедра-разработчик рабочей программы	И8 СИСТЕМЫ ПРИВОДОВ, МЕХАТРОНИКА И РОБОТОТЕХНИКА

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
3	6	4	144	68	34	17	17	76	0	0	76	диф. зач.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)**

15.03.06 Мехатроника и робототехника

год набора группы: 2025

Программу составил:

Кафедра И8 СИСТЕМЫ ПРИВОДОВ, МЕХАТРОНИКА И
РОБОТОТЕХНИКА

Морозов Михаил Викторович, старший преподаватель

Программа рассмотрена

на заседании кафедры-разработчика

рабочей программы **И8 СИСТЕМЫ ПРИВОДОВ, МЕХАТРОНИКА И РОБОТОТЕХНИКА**

Заведующий кафедрой Стажков С.М., д.т.н., проф.

Программа рассмотрена

на заседании выпускающей кафедры

И8 СИСТЕМЫ ПРИВОДОВ, МЕХАТРОНИКА И РОБОТОТЕХНИКА

Заведующий кафедрой Стажков С.М., д.т.н., проф.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ЭЛЕМЕНТЫ ГИДРОПНЕВМОАВТОМАТИКИ

Разделы рабочей программы

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Приложения к рабочей программе дисциплины

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-12 — Способен участвовать в монтаже, наладке, настройке и сдаче в эксплуатацию опытных образцов мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ОПК-12

знания:

знания:

об элементной базе систем гидропневмоавтоматики;

о теоретических основах расчета и выбора основных параметров систем гидропневмоавтоматики;

о особенностях применения оборудования систем гидропневмоавтоматики при различных условиях эксплуатации/;

умения:

умения:

теоретически и практически проводить обоснованный выбор основных и вспомогательных элементов систем гидропневмоавтоматики;

составлять математические модели систем гидропневмоавтоматики для кинематических и динамических расчетов/;

навыки:

навыки:

владение методиками расчетов систем гидропневмоавтоматики и выполнению их кинематического и динамического анализа;

владение методиками синтеза систем гидропневмоавтоматики..

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ЭЛЕМЕНТЫ ГИДРОПНЕВМОАВТОМАТИКИ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *15.03.06 Мехатроника и робототехника*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ТЕОРИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ, ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА, СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ, ТЕОРИЯ МЕХАНИЗМОВ И МАШИН, ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА, ФИЗИКА, МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА, ПРИКЛАДНАЯ ГИДРОМЕХАНИКА И МАШИНОСТРОИТЕЛЬНАЯ ГИДРАВЛИКА.**

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ВЫПОЛНЕНИЕ, ПОДГОТОВКА К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ, ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ И ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ПРИВОДЫ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ, ПРИВОДЫ МЕХАТРОННЫХ И РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ.**

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности
- 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 автоматизации, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием, разрабатывать цифровые алгоритмы и программы управления робототехнических систем
- ОПК-7 — Способен применять современные экологичные и безопасные методы рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч.

3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме				Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум	Практические занятия		ОПК-12
3	6	Раздел 1. Введение. Основы гидропневмоавтоматики. 1.1. Применение систем гидропневмоавтоматики 1.2. Общее понятие о гидро- и пневмоприводах, их достоинствах и недостатках. 1.3. Жидкости и газ как рабочее тело систем гидропневмоавтоматики, их основные свойства. 1.4. Основные элементы гидропневмоавтоматики. 1.5. Структура и типовые схемы систем гидропневмоавтоматики, методы и устройства регулирования. 1.6. Основные энергетические соотношения и характеристики систем гидропневмоавтоматики.	7	2	2	0	0	5	0
3	6	Раздел 2. Гидроавтоматика. Гидромашины объемного типа. 2.1. Насосы в гидросистемах. 2.2. Насосы роторные. Устройство и принцип действия, кинематические и динамические параметры, КПД. 2.3. Основные типы роторных насосов. Схемы и принцип действия, основные рабочие характеристики. 2.4. Механизмы управления регулируемых насосов. 2.5. Выбор насоса по рабочим характеристикам.	11	6	2	2	2	5	5
3	6	Раздел 3. Исполнительные устройства систем гидроавтоматики. 3.1. Гидроцилиндры. Устройство и принцип действия, рабочие характеристики. Устойчивость гидроцилиндров, демпфирование. 3.2. Гидромоторы объемного типа. Устройство и принцип действия, рабочие характеристики. 3.3. Гидродвигатели неполноповоротные. 3.5. Выбор исполнительных устройств по рабочим характеристикам.	9	4	2	0	2	5	5
3	6	Раздел 4. Клапаны в системах гидроавтоматики. 4.1. Основные типы клапанов гидросистем. Устройство и принцип действия. 4.2. Гидрораспределители. Выбор гидрораспределителя на этапе проектирования. 4.3. Клапаны, регулирующие давление. 4.4. Клапаны, регулирующие расход рабочей жид-кости. 4.5. Невозвратные гидроклапаны 4.6. Комбинированные гидроклапаны.	11	6	2	4	0	5	5
3	6	Раздел 5. Устройства и принадлежности систем гидроавтоматики, гидростанции. 5.1. Делители потока 5.2. Гидро- и пневмоаккумуляторы (ГПА) 5.3. Гидростанции, расчёт и применение. 5.3. Гидростанции и их принадлежности. 5.4. Мини-гидростанции. 5.5. Уплотнения в системах гидроавтоматики. 5.6. Трубопроводы и соединительная арматура систем гидроавтоматики.	11	6	2	2	2	5	5
3	6	Раздел 6. Кондиционирование рабочей жидкости в системах гидроавтоматики. Эксплуатация и диагностика систем гидроавтоматики. 6.1. Факторы, влияющие на работоспособность гидросистем. 6.2. Параметры чистоты рабочей жидкости. 6.3. Виды фильтрации в гидросистемах. 6.4. Фильтры и фильтрующие материалы, дополнительное оборудование фильтров. 6.5. Виды теплообменников, их устройство. 6.6. Рекомендации по выбору теплообменников. 6.7. Запуск гидросистемы в эксплуатацию. Эксплуатационная документация. 6.8. Предпусковой подогрев рабочей жидкости, промывка гидросистемы. 6.9. Диагностика гидросистем. Устройства для диагностики гидросистем.	2	2	2	0	0	0	5
3	6	Раздел 7. Расчёт и проектирование типовых систем гидроавтоматики. 7.1. Структура и типовые схемы систем гидроавтоматики, методы и устройства регулирования. 7.2. Гидроприводы объемного и дроссельного регулирования. Закрытые и открытые типы гидросистем. 7.3. Основные энергетические соотношения и характеристики систем гидропневмоавтоматики 7.4. Статические и динамические характеристики силовой части систем гидроавтоматики. 7.5. Особенности проектирования гидросистем с учётом внешних воздействий и условий эксплуатации. 7.5. Примеры расчёта типовых гидросистем.	11	6	3	1	2	5	15
3	6	Раздел 8. Пневмоавтоматика. Свойства сжатого воздуха. Производство и подготовка сжатого воздуха. 8.1. Основные устройства систем пневмоавтоматики. 8.2. Свойства сжатого воздуха. Качество подготовки сжатого воздуха. 8.3. Измерение параметров сжатого воздуха. Измерительная аппаратура. 8.4. Производство, подготовка и распределение сжатого воздуха, компрессоры, Методы осушки сжатого воздуха. 8.5. Регулирование давления в пневмосистемах.	7	2	2	0	0	5	5
3	6	Раздел 9. Исполнительные устройства систем пневмоавтоматики. 9.1. Пневмоцилиндры, их принцип действия, конструкция и рабочие характеристики. 9.2. Неполноповоротные пневмодвигатели, их принцип действия, конструкция и рабочие характеристики. 9.3. Элементы вакуумной техники.	7	2	2	0	0	5	5
3	6	Раздел 10. Пневматические устройства систем пневмоавтоматики. 10.1. Конструкция и принцип действия пневматических устройств. 10.2. Пневматическое реле времени. 10.3. Блок подготовки воздуха. 10.4. Тактовые цепочки.	10	5	2	1	2	5	5
3	6	Раздел 11. Основные правила построения пневматических схем. 11.1. Структура пневмосистемы. Прохождение сигнала. 11.2. Реализация логических функций в пневмосистемах Реализация логических функций. Перекидной клапан ("ИЛИ"), клапан двух давлений ("И"). 11.3. Построение пневмосистем с несколькими исполнительными устройствами. 11.4. Эксплуатация систем пневмоавтоматики.	10	5	2	1	2	5	10
3	6	Раздел 12. Релейно-контактное управление (РКУ) системами гидропневмоавтоматики. 12.1. Применение РКУ в системах гидропневмоавтоматики. 12.2. Аппараты, используемые в РКУ: электромагнитное реле, источники питания. 12.3. Устройства гидропневмоавтоматики с электромагнитным управлением. 12.4. Реализация логических функций в РКУ.	9	4	2	0	2	5	5
3	6	Раздел 13. Датчики и индикаторы систем гидропневмоавтоматики. 13.1. Принципы измерения и индикации физических величин. 13.2. Датчики и индикаторы положения 13.3. Датчики давления и расхода. 13.4. Пневматические датчики и измерительные устройства.	7	2	2	0	0	5	5
3	6	Раздел 14. Применение релейно-контактных систем управления в гидропневмоавтоматике. 14.1. Типовые примеры применения РКУ в системах гидропневмоавтоматики. 14.2. Принципы построения принципиальных схем РКУ в устройствах гидропневмоавтоматики. Прямое и не прямое управление. 14.3. Реализация сервисных функций в системах гидропневмоавтоматики с РКУ.	11	6	2	2	2	5	10
3	6	Раздел 15. Пропорциональное управление в системах гидропневмоавтоматики. 15.1. Основы пропорционального управления в	10	5	2	2	1	5	5

		системах гидропневмоавтоматики. 15.2. Клапаны с пропорциональным управлением, их рабочие характеристики 15.3. Конструкции и принципы действия гидравлических и пневматических устройств с пропорциональным управлением. 15.4. Построение схемы пропорционального управления устройствами гидропневмоавтоматики. 15.5. Электронные усилители, применяемые в системах пропорционального управления, их характеристики и настройка.							
3	6	Раздел 16. Основы проектирование систем гидроавтоматики с пропорциональным управлением. 16.1. Выбор устройств с пропорциональным управлением для систем гидропневмоавтоматики. 16.2. Особенности применения устройств с пропорциональным управлением для систем гидропневмоавтоматики. 16.3 Методики расчёта систем гидроавтоматики с пропорциональным управлением. 16.4. Моделирование систем гидроавтоматики с пропорциональным управлением.	11	5	3	2	0	6	10
Всего за 6 семестр			144	68	34	17	17	76	100
Всего по дисциплине			144	68	34	17	17	76	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 2. Гидроавтоматика. Гидромашины объёмного типа.	Расчёт насоса объёмного регулирования	2
2	Раздел 3. Исполнительные устройства систем гидроавтоматики.	Расчёт и выбор по каталогу гидроцилиндров и гидромоторов	2
3	Раздел 5. Устройства и принадлежности систем гидроавтоматики, гидростанции.	Применение делителей потока в гидросистемах	1
4		Расчёт гидропневмоаккумулятора.	1
5	Раздел 7. Расчёт и проектирование типовых систем гидроавтоматики.	Методика расчёта гидросистемы	2
6	Раздел 10. Пневматические устройства систем пневмоавтоматики.	Пневмопривод устройства перемешивания краски	2
7	Раздел 11. Основные правила построения пневматических схем.	Пневмопривод перегрузочного устройства.	2
8	Раздел 12. Релейно-контактное управление (РКУ) системами гидропневмоавтоматики.	Привод подачи для лазерной обработка деталей	2
9	Раздел 14. Применение релейно-контактных систем управления в гидропневмоавтоматике.	Применение тактовых цепочек в системах управления пневмоавтоматики	2
10	Раздел 15. Пропорциональное управление в системах гидропневмоавтоматики.	Задание исходных параметров для электронного усилителя.	1
Всего за 6 семестр			17

3.3. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	Объем, ауд. часов
1	Раздел 2. Гидроавтоматика. Гидромашины объёмного типа.	Испытание насоса постоянной подачи.	2
2		Испытание редукционного клапана.	1
3		Испытание напорных клапанов.	1
4		Испытание регулятора расхода и гидродросселя.	2
5	Раздел 5. Устройства и принадлежности систем гидроавтоматики, гидростанции.	Задача "Стрела крана"	1
6		Задача "Привод бурильной установки"	1
7	Раздел 7. Расчёт и проектирование типовых систем гидроавтоматики.	Синхронное движение гидроцилиндров	1
8	Раздел 10. Пневматические устройства систем пневмоавтоматики.	Маркировочное устройство (Привод пресса для сгибания заготовок).	1
9	Раздел 11. Основные правила построения пневматических схем.	Пневмопривод установки для сварки листового материала	1
10	Раздел 14. Применение релейно-контактных систем управления в гидропневмоавтоматике.	Применение реле времени и реле давления в пневмосистемах	2
11	Раздел 15. Пропорциональное управление в системах гидропневмоавтоматики.	Гидропривод стола шлифовального станка с пропорциональным управлением.	2
12	Раздел 16. Основы проектирование систем гидроавтоматики с пропорциональным	Гидропривод с пропорциональным управлением термопластавтомата.	2

управлением.	
Всего за 6 семестр	
	17

3.4. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Введение. Основы гидропневмоавтоматики.	Основные элементы гидропневмоавтоматики	5
2	Раздел 2. Гидроавтоматика. Гидромашины объёмного типа.	Механизмы управления регулируемых насосов.	5
3	Раздел 3. Исполнительные устройства систем гидроавтоматики.	Применение исполнительных устройств гидроавтоматики	5
4	Раздел 4. Клапаны в системах гидроавтоматики.	Клапаны в гидросистемах	5
5	Раздел 5. Устройства и принадлежности систем гидроавтоматики, гидростанции.	Основы проектирования гидросистем.	5
6	Раздел 7. Расчёт и проектирование типовых систем гидроавтоматики.	Выполнение расчётно-графической работы	5
7	Раздел 8. Пневмоавтоматика. Свойства сжатого воздуха. Производство и подготовка сжатого воздуха.	Применение пневмоавтоматики	5
8	Раздел 9. Исполнительные устройства систем пневмоавтоматики.	Элементы пневмоавтоматики	5
9	Раздел 10. Пневматические устройства систем пневмоавтоматики.	Построение пневмосхем.	5
10	Раздел 11. Основные правила построения пневматических схем.	Использование пневмоприводов в промышленности.	5
11	Раздел 12. Релейно-контактное управление (РКУ) системами гидропневмоавтоматики.	Основные элементы релейно-контактных систем управления.	5
12	Раздел 13. Датчики и индикаторы систем гидропневмоавтоматики.	Применение датчиков в гидро- и пневмосистемах.	5
13	Раздел 14. Применение релейно-контактных систем управления в гидропневмоавтоматике.	Типовые схемы релейно-контактного управления в гидропневмоавтоматике.	5
14	Раздел 15. Пропорциональное управление в системах гидропневмоавтоматики.	Применение пропорционального управления в системах гидропневмоавтоматики.	5
15	Раздел 16. Основы проектирование систем гидроавтоматики с пропорциональным управлением.	Типовые варианты систем гидропневмоавтоматики с пропорциональным управлением	6
Всего за 6 семестр			76

4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
6	Собес	Собес	Собес	Собес	Собес	ДР	Собес	Собес	Собес	ДР	Собес	Собес	Собес	Собес	ЛР	ДР	Собес, диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- Собес – собеседование;
- ЛР – лабораторная работа;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- собеседование;
- лабораторная работа.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. Б. И. Кудрин, А. Р. Минеев. Электрооборудование промышленности. М.: Академия, 2008, 6 экз.
2. Б. П. Борисов. . Объёмные гидромашины. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018, 30 экз.
3. В. А. Королёв, С. М. Стажков. . Элементы пневматического привода. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020, 65 экз.
4. В. К. Свешников. . Станочные гидроприводы. Москва: Машиностроение, 2008, эл. рес.
5. В. С. Нагорный. . Средства автоматики гидро- и пневмосистем. Санкт-Петербург: Лань, 2022, эл. рес.
6. Г. Я. Суров, А. Н. Вихарев, И. И. Долгова. . Гидравлика и гидропривод в примерах и задачах. Архангельск: Изд-во САФУ, 2010, эл. рес.
7. Гидропневмооборудование. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2004, 190 экз.
8. Е. В. Герц. . Динамика пневматических систем машин. М.: Машиностроение, 1985, 7 экз.
9. Е. С. Кисточкин, А. В. Киев, Г. С. Соколов. . Гидропневмооборудование и гидропневмоприводы. Л.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1989, 817 экз.
10. М. Е. Гойдо. . Проектирование объёмных гидроприводов. М.: Машиностроение, 2009, эл. рес.
11. Н. Е. Ромакин. . Пневматический транспорт. Старый Оскол: ТНТ, 2020, эл. рес.
12. Р. Ф. Бекишев, Ю. Н. Дементьев. . Электропривод. Москва: Юрайт, 2020, эл. рес.
13. С. М. Стажков, М. В. Михайлов, В. А. Копычев. . Компоненты пропорциональной гидравлики. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011, 74 экз.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. В. М. Шарапов, Е. С. Полищук, Н. Д. Кошевой. . Датчики. М.: Техносфера, 2012, 3 экз.
2. Н. И. Лебедев. . Гидравлика, гидравлические машины и объёмный гидропривод. М.: Изд-во МГУЛ, 2003, 3 экз.

5.3. Периодические издания:

не требуются.

5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. Гидропривод. Основы и компоненты. Учебный курс по гидравлике.
https://techgidravlika.net/view_book.php?id=61;
2. Пневмоавтоматика <https://studfile.net/preview/5532771/>;
3. Типовые примеры схем пневмопривода в FluidSim. Ч.1
<https://yandex.ru/video/preview/18221698792388163044>.

Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
<http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457 - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

5.5. Программное обеспечение:

не требуется.

5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Лекционные занятия:

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

6.2. Практические занятия:

1. Проектор.

6.3. Лабораторные занятия:

1. Установка учебного гидравлического стенда фирмы «Фесто» с комплектом гидроаппаратуры;
2. Установка учебного пневматического стенда фирмы «Фесто» с комплектом пневмоавтоматики.

6.4. Прочее:

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

Аннотация рабочей программы

Дисциплина **ЭЛЕМЕНТЫ ГИДРОПНЕВМОАВТОМАТИКИ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *15.03.06 Мехатроника и робототехника*. Дисциплина реализуется на факультете *И Информационных и управляющих систем* БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой *И8 СИСТЕМЫ ПРИВОДОВ, МЕХАТРОНИКА И РОБОТОТЕХНИКА*.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:
ОПК-12 Способен участвовать в монтаже, наладке, настройке и сдаче в эксплуатацию опытных образцов мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с устройством и принципом действия основных элементов систем гидропневмоавтоматики; принципами расчета и построения силовой части систем гидропневмоавтоматики; основами релейно-контактных систем управления устройствами гидропневмоавтоматики и основы пропорционального управления системами гидропневмоавтоматики.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- собеседование;
- лабораторная работа.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 з.е., **144 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), практические занятия (**17 ч.**), лабораторный практикум (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**76 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 144 ч., из них 68 ч. аудиторных занятий, и 76 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
Раздел 1. Введение. Основы гидропневмоавтоматики.		
Основные элементы гидропневмоавтоматики	Гидропневмооборудование: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2004 (1) В. С. Нагорный. . Средства автоматики гидро- и пневмосистем: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (1-5)	5
Итого по разделу 1		5
Раздел 2. Гидроавтоматика. Гидромашины объёмного типа.		
Механизмы управления регулируемых насосов.	Б. П. Борисов. . Объёмные гидромашины: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018 (1-8) В. К. Свешников. . Станочные гидроприводы: Москва: Машиностроение, 2008 (2-5)	5
Итого по разделу 2		5
Раздел 3. Исполнительные устройства систем гидроавтоматики.		
Применение исполнительных устройств гидроавтоматики	Н. И. Лебедев. . Гидравлика, гидравлические машины и объёмный гидропривод: М.: Изд-во МГУЛ, 2003 (3-6) М. Е. Гойдо. . Проектирование объёмных гидроприводов: М.: Машиностроение, 2009 (2-5)	5
Итого по разделу 3		5
Раздел 4. Клапаны в системах гидроавтоматики.		
Клапаны в гидросистемах	В. К. Свешников. . Станочные гидроприводы: Москва: Машиностроение, 2008 (2, 3, 4, 8) Г. Я. Суров, А. Н. Вихарев, И. И. Долгова. . Гидравлика и гидропривод в примерах и задачах: Архангельск: Изд-во САФУ, 2010 (1-4) Гидропневмооборудование: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2004 (3-5)	5
Итого по разделу 4		5
Раздел 5. Устройства и принадлежности систем гидроавтоматики, гидростанции.		
Основы проектирования гидросистем.	Е. С. Кисточкин, А. В. Киев, Г. С. Соколов. . Гидропневмооборудование и гидропневмоприводы: Л.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1989 (1-5)	5
Итого по разделу 5		5
Раздел 7. Расчёт и проектирование типовых систем гидроавтоматики.		
Выполнение расчётно-графической работы	В. К. Свешников. . Станочные гидроприводы: Москва: Машиностроение, 2008 (5)	5
Итого по разделу 7		5
Раздел 8. Пневмоавтоматика. Свойства сжатого воздуха. Производство и подготовка сжатого воздуха.		
Применение пневмоавтоматики	Н. Е. Ромакин. . Пневматический транспорт: Старый Оскол: ТНТ, 2020 (1-6) Е. В. Герц. . Динамика пневматических систем машин: М.: Машиностроение, 1985 (2-7)	5
Итого по разделу 8		5

Раздел 9. Исполнительные устройства систем пневмоавтоматики.		
Элементы пневмоавтоматики	В. А. Королёв, С. М. Стажков. . Элементы пневматического привода: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (1-2)	5
Итого по разделу 9		5
Раздел 10. Пневматические устройства систем пневмоавтоматики.		
Построение пневмосхем.	В. А. Королёв, С. М. Стажков. . Элементы пневматического привода: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (1-2)	5
Итого по разделу 10		5
Раздел 11. Основные правила построения пневматических схем.		
Использование пневмоприводов в промышленности.	Е. В. Герц. . Динамика пневматических систем машин: М.: Машиностроение, 1985 (4-8) В. А. Королёв, С. М. Стажков. . Элементы пневматического привода: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (1-2)	5
Итого по разделу 11		5
Раздел 12. Релейно-контактное управление (РКУ) системами гидропневмоавтоматики.		
Основные элементы релейно-контактных систем управления.	Р. Ф. Бекишев, Ю. Н. Дементьев. . Электропривод: Москва: Юрайт, 2020 (1-8)	5
Итого по разделу 12		5
Раздел 13. Датчики и индикаторы систем гидропневмоавтоматики.		
Применение датчиков в гидро- и пневмосистемах.	В. М. Шарапов, Е. С. Полищук, Н. Д. Кошевой. . Датчики: М.: Техносфера, 2012 (1-3)	5
Итого по разделу 13		5
Раздел 14. Применение релейно-контактных систем управления в гидропневмоавтоматике.		
Типовые схемы релейно-контактного управления в гидропневмоавтоматике.	Б. И. Кудрин, А. Р. Минеев. Электрооборудование промышленности: М.: Академия, 2008 (2-5)	5
Итого по разделу 14		5
Раздел 15. Пропорциональное управление в системах гидропневмоавтоматики.		
Применение пропорционального управления в системах гидропневмоавтоматики.	С. М. Стажков, М. В. Михайлов, В. А. Копычев. . Компоненты пропорциональной гидравлики: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (1)	5
Итого по разделу 15		5
Раздел 16. Основы проектирование систем гидроавтоматики с пропорциональным управлением.		
Типовые варианты систем гидропневмоавтоматики с пропорциональным управлением	С. М. Стажков, М. В. Михайлов, В. А. Копычев. . Компоненты пропорциональной гидравлики: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (1-3)	6
Итого по разделу 16		6

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- собеседование;
- лабораторная работа;
- дифференцированный зачет.

Критерии оценивания

Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

Собеседование

Собеседование по темам занятий проводится с целью контроля понимания студентами материала и возможного дополнительного его пояснения.

Лабораторная работа

Выполнение четырнадцати лабораторных работ - 10 баллов, защита четырёх (Испытание насоса постоянной подачи. Испытание напорных клапанов. Испытание редукционного клапана. Испытание регулятора потока) лабораторных работ - 20 баллов

Дифференцированный зачет

Список вопросов к дифференцированному зачёту приведён в данной РПД в разделе "Структура и содержание дисциплины".

Дифференцированный зачёт проводится в устной или письменной форме. На зачёт студент получает 2 вопроса, время на подготовку ответов - 20 минут. При правильных и полных ответах оценка зачтено-отлично. Если ответ неполный, преподаватель задаёт дополнительные вопросы. При правильных ответах на все дополнительные вопросы - оценка зачтено-отлично, в противном случае если правильных ответов более 80% - оценка зачтено-хорошо. Для получения оценки зачтено-удовлетворительно нужно правильно ответить не менее чем на 60% вопросов. Если студент ответил менее чем на 60% дополнительных вопросов, ставится оценка не зачтено.

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме				Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %	НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум	Практические занятия		ОПК-12	
3	6	Раздел 1. Введение. Основы гидропневмоавтоматики.	7	2	2	0	0	5	0	Собеседование
3	6	Раздел 2. Гидроавтоматика. Гидромашины объёмного типа.	11	6	2	2	2	5	5	Лабораторная работа
3	6	Раздел 3. Исполнительные устройства систем гидроавтоматики.	9	4	2	0	2	5	5	Лабораторная работа
3	6	Раздел 4. Клапаны в системах гидроавтоматики.	11	6	2	4	0	5	5	Собеседование
3	6	Раздел 5. Устройства и принадлежности систем гидроавтоматики, гидростанции.	11	6	2	2	2	5	5	Собеседование
3	6	Раздел 6. Кондиционирование рабочей жидкости в системах гидроавтоматики. Эксплуатация и диагностика систем гидроавтоматики.	2	2	2	0	0	0	5	Собеседование
3	6	Раздел 7. Расчёт и проектирование типовых систем гидроавтоматики.	11	6	3	1	2	5	15	Собеседование
3	6	Раздел 8. Пневмоавтоматика. Свойства сжатого воздуха. Производство и подготовка сжатого воздуха.	7	2	2	0	0	5	5	Собеседование
3	6	Раздел 9. Исполнительные устройства систем пневмоавтоматики.	7	2	2	0	0	5	5	Собеседование
3	6	Раздел 10. Пневматические устройства систем пневмоавтоматики.	10	5	2	1	2	5	5	Собеседование
3	6	Раздел 11. Основные правила построения пневматических схем.	10	5	2	1	2	5	10	Собеседование
3	6	Раздел 12. Релейно-контактное управление (РКУ) системами гидропневмоавтоматики.	9	4	2	0	2	5	5	Собеседование
3	6	Раздел 13. Датчики и индикаторы систем гидропневмоавтоматики.	7	2	2	0	0	5	5	Собеседование
3	6	Раздел 14. Применение релейно-контактных систем управления в гидропневмоавтоматике.	11	6	2	2	2	5	10	Собеседование
3	6	Раздел 15. Пропорциональное управление в системах гидропневмоавтоматики.	10	5	2	2	1	5	5	Собеседование

3	6	Раздел 16. Основы проектирование систем гидроавтоматики с пропорциональным управлением.	11	5	3	2	0	6	10	Собеседование
Всего за 6 семестр			144	68	34	17	17	76	100	
Всего по дисциплине			144	68	34	17	17	76	100	

ОПК-12 - Способен участвовать в монтаже, наладке, настройке и сдаче в эксплуатацию опытных образцов мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей

- № 1 Прочитайте текст и установите последовательность
Перечислить последовательность этапов подготовки сжатого воздуха:
1. Сжатие
 2. Осушка
 3. Предварительная очистка
 4. Добавление смазки (при необходимости)
 5. Фильтрация
- № 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
Какие способы регулирования гидропривода и их разновидности Вам известны?
Каковы достоинства и недостатки каждого способа?
- № 3 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
Каким способом для пневмосистем промышленного применения можно получить воздух с "точкой росы" минус- 40°C?
1. Получить воздух с точкой росы минус- 40°C возможно при использовании процесса адсорбции на силикогеле.
 2. Охлаждая резервуар со сжатым воздухом при помощи вентилятора
 3. При помощи фильтра влагоотделителя.
 4. Прокачивая поток сжатого воздуха через ёмкость с "сухим льдом"
- № 4 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
Что такое рамп (уклон) при реализации системы пропорционального управления?
- 1) Наибольшая скорость движения штока гидроцилиндра
 - 2) Алгоритм выхода какого-либо параметра системы на заданный режим
 - 3) Ограничение мощности привода
 - 4) Стабилизация скорости движения исполнительного устройства
- № 5 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
Для чего предварительно устанавливают предварительный (прыжковый) ток, подаваемый на обмотку пропорционального магнита?
- 1) Для устранения зоны нечувствительности у золотника с положительным перекрытием
 - 2) Для согласования работы усилителя с различными по потребляемому току пропорциональными электромагнитами.
 - 3) Для установки золотника строго в среднее положение при отсутствии сигналов управления.
 - 4) Для снижения мощности, потребляемой клапаном
- № 6 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
Какие рабочие жидкости наиболее широко применяются в гидросистемах?
- 1) Вода
 - 2) Масла на нефтяной основе
 - 3) Спирт
 - 4) Керосин

- № 7 Прочитайте текст и установите соответствие
Какие из перечисленных типов насосов соответствуют понятию регулируемый?
- 1) Аксиально-поршневой с наклонным блоком
 - 2) Шестеренный
 - 3) Пластинчатый
 - 4) Радиально-поршневой
 - 5) Винтовой
- № 8 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
Каким образом осуществляется демпфирование в конце хода гидроцилиндра?
- № 9 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
Перечислить возможные способы фильтрации рабочей жидкости в гидросистеме открытого типа по месту установки фильтров.
- № 10 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
Как связываются элементы на гидро(пнеumo)схеме и электросхеме релейно-контактного управления?
1. Штрих-пунктирными линиями на принципиальной схеме.
 2. Через одинаковые буквенно-цифровые обозначения электроуправляемых устройств гидро- и пневмосистем на принципиальной гидро (пнеumo)схеме и принципиальной электросхеме.
 3. Наложением условных обозначений на принципиальной схеме.
 4. При описании элементов в руководстве по эксплуатации гидро(пнеumo)системы.
- № 11 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
Какие устройства применяют для искрогашения в электромагнитных катушках распределителей?
- а) диод
 - б) стабилитрон
 - в) варистор
 - г) электромагнитное реле
 - д) геркон
- № 12 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
Для чего в гидросистемах применяется сдвоенный гидрозамок?
- 1) Обеспечить пропускания потока жидкости только в одном направлении.
 - 2) Удерживать шток нагруженного гидроцилиндра от перемещения при отсутствии давления.
 - 3) Регулировать давление в гидросистеме.
 - 4) Регулировать скорость штока нагруженного гидроцилиндра.
 - 5) Открывать проток в сливной линии за счёт давления в напорной линии.
- № 13 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
За счет чего происходит срабатывание геркона, установленного на корпусе (гильзе) пневмоцилиндра?
1. За счёт электроконтакта при соприкосновении датчика с поршнем.
 2. За счёт повышения давления в пневмоцилиндре
 3. За счёт магнитного поля при приближении к геркону поршня с установленным магнитным кольцом.
 4. При уменьшении подачи сжатого воздуха в пневмоцилиндр.

- № 14 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Для чего устанавливают необходимый балансирующий ток, подаваемый на обмотку пропорционального магнита?

1. Для повышения эффективности ШИМа.
2. Для увеличения срока службы магнита.
3. Для установки золотника строго в среднее положение при отсутствии сигналов управления.
4. Для защиты от превышения максимально допустимого тока.

№ 15 Прочитайте текст и установите последовательность

Необходимо определить последовательность основных операций при запуске гидросистемы.

1. Монтаж гидроблоков и трубопроводов
2. Монтаж соединения насоса и электродвигателя
3. Настройка предохранительного клапана
4. Замена фильтров
5. Промывка гидросистемы

№ 16 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Что является функцией электронного усилителя пропорционального клапана?

1. Корректировка сигнала для компенсации "мертвой" зоны клапана.
2. Генерирование управляющего сигнала
3. Усиление управляющего сигнала для получения тока нужной величины на обмотке электромагнита.
4. Изменение напряжения на электромагнитной катушке пропорционального клапана
5. Широтно-импульсная модуляция сигнала

№ 17 Прочитайте текст и установите соответствие

Определить соответствие элементов их функции в гидросистеме

- | | |
|---|--------------------------|
| 1 | Предохранительный клапан |
| 2 | Гидродрессель |
| 3 | Редукционный клапан |
| 4 | Насос подпитки |
| 5 | Гидрозамок |

- А. Поддерживает пониженное давление в одной из ветвей гидросистемы
- Б. Ограничивает наибольшее давление в гидросистеме
- В. Обеспечивает компенсацию утечек в закрытой гидросистеме
- Г. Регулирует расход рабочей жидкости в одной из ветвей гидросистемы
- Д. Обеспечивает поток рабочей жидкости в двух направлениях только при подаче необходимого

6	Параллельно установленные обратный и предохранительный клапаны	давления в линию управления Е. Антикавитационный клапан Ж. Обеспечение "обезвешивания" при воздействии
7	Обратный клапан, вход которого связан с маслобаком, а выход - с поршневой полостью гидроцилиндра	постоянной нагрузки на исполнительное устройство гидросистемы.