

УТВЕРЖДАЮ  
 Декан факультета

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ПРАКТИКУМ ПО ГИДРОПНЕВМОАВТОМАТИКЕ

Направление/специальность подготовки	24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей
Специализация/профиль/программа подготовки	Проектирование технологических процессов производства авиационных, ракетных двигателей и энергетических установок
Уровень высшего образования	Специалитет
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космическая техника
Выпускающая кафедра	А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ
Кафедра-разработчик рабочей программы	Н1 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	
5	9	2	72	34	0	17	17	38	0	0	38	зач.

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

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

**24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей**

год набора группы: 2026

Программу составил:

Кафедра Н1 Системы приводов, мехатроника и робототехника  
Морозов Михаил Викторович, старший преподаватель

\_\_\_\_\_

Программа рассмотрена  
на заседании кафедры-разработчика  
рабочей программы **Н1 Системы приводов, мехатроника и робототехника**

Заведующий кафедрой Чернусь П.П., к.т.н., доц.

\_\_\_\_\_

Программа рассмотрена  
на заседании выпускающей кафедры

**А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

Заведующий кафедрой Саваровский А.А., к.т.н.

\_\_\_\_\_

# **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ПРАКТИКУМ ПО ГИДРОПНЕВМОАВТОМАТИКЕ**

## **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:

ПСК-5.1 — Способен разрабатывать и выпускать конструкторскую документацию на детали и узлы двигателей, а так же средства технологического оснащения

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ПСК-5.1**

*знания:*

*знания:*

об элементной базе систем гидропневмоавтоматики;

о теоретических основах расчета и выбора основных параметров систем гидропневмоавтоматики;

о особенностях применения оборудования систем гидропневмоавтоматики применительно к технологическому оборудованию для производства авиационных, ракетных двигателей и энергетических установок.;;

*умения:*

*умения:*

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

выполнять необходимые расчёты систем гидропневмоавтоматики.;;

*навыки:*

*навыки:*

владение методиками расчетов систем гидропневмоавтоматики и выполнению их синтеза применительно к технологическому оборудованию для производства авиационных, ракетных двигателей и энергетических установок.;;

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ПРАКТИКУМ ПО ГИДРОПНЕВМОАВТОМАТИКЕ** является дисциплиной **факультативного блока** программы подготовки по направлению *24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ЭЛЕМЕНТЫ ГИДРОПНЕВМОАВТОМАТИКИ, ТЕОРИЯ МЕХАНИЗМОВ И МАШИН, ГИДРАВЛИКА, ДЕТАЛИ МАШИН, СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ, ТЕРМОДИНАМИКА.**

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **АВТОМАТИКА И РЕГУЛИРОВАНИЕ, НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА (ПОЛУЧЕНИЕ ПЕРВИЧНЫХ НАВЫКОВ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ).**

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические и экспериментального исследования для решения инженерных задач профессиональной деятельности
- ОПК-5 — Способен разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности для решения инженерных задач
- ПСК-5.1 — Способен разрабатывать и выпускать конструкторскую документацию на детали и узлы двигателей, а так же средства технологического оснащения
- ПСК-5.3 — Способен выполнять расчеты на прочность

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 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	Лабораторный практикум	Практические занятия		ПСК-5.1
5	9	Раздел 1. Объёмные гидромашины. Роторно-поршневые насосы и гидродвигатели. Термины и определения. Рабочие характеристики и методы их расчёта.	6	3	2	1	3	10
5	9	Раздел 2. Клапаны в системах гидроавтоматики. Клапаны давления, расхода, невозвратные и гидрораспределители.	5	2	1	1	3	5
5	9	Раздел 3. Клапаны в системах гидроавтоматики. Клапаны редукционные, рабочие характеристики, применение, методика испытаний.	4	2	1	1	2	5
5	9	Раздел 4. Регулирование потока рабочей жидкости в системах гидроавтоматики. Гидродрессели и регуляторы потока конструкция и рабочие характеристики.	5	2	1	1	3	10
5	9	Раздел 5. Применение невозвратных клапанов в системах гидроавтоматики. Устройство невозвратных клапанов и особенности их применения в системах гидроавтоматики.	4	2	1	1	2	5
5	9	Раздел 6. Аккумулирование гидравлической энергии в системах гидроавтоматики. Гидропневмоаккумуляторы в системах гидроавтоматики, их устройство и применение.	5	2	1	1	3	10
5	9	Раздел 7. Синхронизация движения исполнительных устройств систем гидроавтоматики. Применение делителей потока различного типа в системах гидроавтоматики.	4	2	1	1	2	5
5	9	Раздел 8. Клапаны в системах пневмоавтоматики. Логические элементы "И", "ИЛИ" и другие в системах пневмоавтоматики.	5	2	1	1	3	5
5	9	Раздел 9. Системы пневмоавтоматики с заданной продолжительностью шагов рабочего цикла. Пневматическое реле времени, конструкция и рабочие характеристики.	4	2	1	1	2	5
5	9	Раздел 10. Системы пневмоавтоматики с управлением по давлению. Системы пневмоавтоматики с клапанами последовательности для управления циклом работы по давлению.	5	2	1	1	3	10
5	9	Раздел 11. Гидропривод с несколькими исполнительными устройствами. Управление рабочим циклом системы гидроавтоматики с двумя и более исполнительных устройств.	7	3	2	1	4	10
5	9	Раздел 12. Релейно-контактные системы управления (РКУ). Сервисные и вспомогательные функции РКУ. Правила построения РКУ систем гидроавтоматики.	7	4	2	2	3	5
5	9	Раздел 13. Основные устройства пропорционального управления системами гидроавтоматики. Пропорциональные клапаны, пропорциональные магниты, основные параметры этих устройств.	6	3	1	2	3	10
5	9	Раздел 14. Основы проектирования систем гидроавтоматики с пропорциональным управлением. Типовые гидросхемы с пропорциональными клапанами.	5	3	1	2	2	5
Всего за 9 семестр			72	34	17	17	38	100
Всего по дисциплине			72	34	17	17	38	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Объёмные гидромашины.	Методы испытания насосов объёмного типа	1
2	Раздел 2. Клапаны в системах гидроавтоматики.	Методика испытаний напорных клапанов прямого и непрямого действия.	1
3	Раздел 3. Клапаны в системах гидроавтоматики.	Методика испытаний клапанов редукционных, построение испытательного стенда.	1
4	Раздел 4. Регулирование потока рабочей жидкости в системах гидроавтоматики.	Построение стенда для испытания гидродресселей и регуляторов потока.	1
5	Раздел 5. Применение невозвратных клапанов в системах гидроавтоматики.	Особенности проектирования гидросистем с невозвратными клапанами.	1
6	Раздел 6. Аккумулирование гидравлической энергии в системах гидроавтоматики.	Основы построения гидросистем с аккумулированием гидравлической энергии.	1
7	Раздел 7. Синхронизация движения исполнительных устройств систем гидроавтоматики.	Применение клапанных делителей потока для синхронизации движения 2х гидроцилиндров.	1
8	Раздел 8. Клапаны в системах	Особенности применения логических	1

	пневмоавтоматики.	элементов	
9	Раздел 9. Системы пневмоавтоматики с заданной продолжительностью шагов рабочего цикла.	Особенности применения пневматического реле времени.	1
10	Раздел 10. Системы пневмоавтоматики с управлением по давлению.	Особенности применения пневматического реле давления.	1
11	Раздел 11. Гидропривод с несколькими исполнительными устройствами.	Диаграмма "ШАГ-ПЕРЕМЕЩЕНИЕ" рабочего цикла гидросистемы (пневмосистемы).	1
12	Раздел 12. Релейно-контактные системы управления (РКУ).	Правила построения электросхем релейно-контактных систем управления.	2
13	Раздел 13. Основные устройства пропорционального управления системами гидроавтоматики.	Функциональная связь дискретных и пропорциональных элементов управления в системах гидроавтоматики	2
14	Раздел 14. Основы проектирования систем гидроавтоматики с пропорциональным управлением.	Расчёт параметров настройки электронного усилителя	2
<b>Всего за 9 семестр</b>			<b>17</b>

### 3.3. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Объёмные гидромашины.	Испытание насоса постоянной подачи.	2
2	Раздел 2. Клапаны в системах гидроавтоматики.	Испытание напорных клапанов.	1
3	Раздел 3. Клапаны в системах гидроавтоматики.	Испытание редукционного клапана.	1
4	Раздел 4. Регулирование потока рабочей жидкости в системах гидроавтоматики.	Испытание 2х линейного регулятора потока	1
5	Раздел 5. Применение невозвратных клапанов в системах гидроавтоматики.	Привод стрелы крана	1
6	Раздел 6. Аккумулирование гидравлической энергии в системах гидроавтоматики.	Привод буровой установки	1
7	Раздел 7. Синхронизация движения исполнительных устройств систем гидроавтоматики.	Подъёмная платформа. Синхронное движение гидроцилиндров	1
8	Раздел 8. Клапаны в системах пневмоавтоматики.	Маркировочное устройство	1
9	Раздел 9. Системы пневмоавтоматики с заданной продолжительностью шагов рабочего цикла.	Пневмопривод устройства перемешивания краски с реле времени.	1
10	Раздел 10. Системы пневмоавтоматики с управлением по давлению.	Пневмопривод установки для сварки листового материала.	1
11	Раздел 11. Гидропривод с несколькими исполнительными устройствами.	Привод перегрузочного устройства с релейно-контактной системой управления.	2
12	Раздел 12. Релейно-контактные системы управления (РКУ).	Пневмопривод подачи для лазерной обработки деталей с РКУ.	2
13	Раздел 13. Основные устройства пропорционального управления системами гидроавтоматики.	Гидропривод с пропорциональным управлением стола шлифовального станка.	1
14	Раздел 14. Основы проектирования систем гидроавтоматики с пропорциональным управлением.	Гидропривод с пропорциональным управлением термопластавтомата .	1
<b>Всего за 9 семестр</b>			<b>17</b>

### 3.4. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Объёмные гидромашины.	Роторно-поршневые насосы и гидродвигатели. Термины и определения. Рабочие характеристики и методы их расчёта.	3
2	Раздел 2. Клапаны в системах гидроавтоматики.	Клапаны регулирующие расход и давление в системах гидроавтоматики.	3
3	Раздел 3. Клапаны в системах гидроавтоматики.	Клапаны редукционные, рабочие характеристики, применение, методика испытаний	2
4	Раздел 4. Регулирование потока рабочей жидкости в системах гидроавтоматики.	Применение гидродросселей и регуляторов потока в системах гидроавтоматики.	3
5	Раздел 5. Применение невозвратных клапанов в системах гидроавтоматики.	Применение невозвратных клапанов в системах гидроавтоматики.	2
6	Раздел 6. Аккумулирование гидравлической энергии в системах гидроавтоматики.	Применение аккумулирования гидравлической энергии в системах гидроавтоматики	3
7	Раздел 7. Синхронизация движения исполнительных устройств систем гидроавтоматики.	Устройства для синхронизации движения исполнительных устройств систем гидроавтоматики.	2
8	Раздел 8. Клапаны в системах пневмоавтоматики.	Применение логических элементов в системах гидроавтоматики.	3
9	Раздел 9. Системы пневмоавтоматики с заданной продолжительностью шагов рабочего цикла.	Применение систем пневмоавтоматики с заданной продолжительностью шагов рабочего цикла.	2
10	Раздел 10. Системы пневмоавтоматики с управлением по давлению.	Применение управления по давлению в системах пневмоавтоматики.	3
11	Раздел 11. Гидропривод с несколькими исполнительными устройствами.	Основы релейно-контактного управления.	4
12	Раздел 12. Релейно-контактные системы управления (РКУ).	Особенности применения релейно-контактного управления в системах гидропневмоавтоматики.	3
13	Раздел 13. Основные устройства пропорционального управления системами гидроавтоматики.	Динамические параметры систем пропорционального управления	3
14	Раздел 14. Основы проектирования систем гидроавтоматики с пропорциональным управлением.	Примеры конкретного применения пропорционального управления системами гидроавтоматики.	2
<b>Всего за 9 семестр</b>			<b>38</b>

#### 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
<b>9</b>	КПос	ЛР, КПос	ЛР, Отч. по ЛР		ЗДЧ, Отч. по ПЗ	ДР	ЗДЧ, Отч. по ПЗ	ЗДЧ, Отч. по ПЗ	ЗДЧ, Отч. по ПЗ	ДР	ЗДЧ, Отч. по ПЗ	ЗДЧ, Отч. по ПЗ	ЗДЧ, Отч. по ПЗ	ЗДЧ, Отч. по ПЗ	ЗДЧ, Отч. по ПЗ, РГР	ДР	ЗДЧ, Отч. по ПЗ, КПос, зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ЛР – лабораторная работа;
- ЗДЧ – задачи;
- Отч. по ЛР – отчет по ЛР;
- Отч. по ПЗ – отчет по практическому заданию;
- РГР – расчетно-графическая работа;
- КПос – контроль посещаемости;
- зач. – зачет.



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

- диагностическая работа;
- лабораторная работа;
- задачи;
- отчет по ЛР;
- отчет по практическому заданию;
- расчетно-графическая работа;
- контроль посещаемости.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- зачет.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. Г. Схиртладзе, В. И. Иванов, В. Н. Кареев. . Гидравлика в машиностроении. Старый Оскол: ТНТ, 2020, эл. рес.
2. А. Г. Схиртладзе, В. П. Борискин, В. И. Иванов. . Станочные гидравлические системы. Старый Оскол: ТНТ, 2020, эл. рес.
3. В. А. Королёв, С. М. Стажков. . Конструирование гидравлических систем. Выбор гидрооборудования. СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023, 28 экз.
4. В. А. Королёв, С. М. Стажков. . Конструирование гидравлических систем. Выбор гидрооборудования. СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023, эл. рес.
5. В. А. Королёв, С. М. Стажков. . Элементы пневматического привода. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020, 65 экз.
6. В. А. Королёв, С. М. Стажков. . Гидравлические усилители. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021, 45 экз.
7. В. А. Цветков, С. М. Стажков, Е. Б. Коротков. . Приводы многокоординатного манипулятора. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020, 16 экз.
8. В. К. Свешников. . Станочные гидроприводы. Москва: Машиностроение, 2008, эл. рес.
9. Гидропневмооборудование. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2004, 190 экз.
10. Д. Н. Попов. . Механика гидро- и пневмоприводов. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2001, 10 экз.
11. Д. Н. Попов. . Механика гидро- и пневмоприводов. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2002, 13 экз.
12. С. М. Стажков. . Прикладная гидромеханика и машиностроительная гидравлика. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015, 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.
14. Т. В. Артемьева, Т. М. Лысенко, А. Н. Румянцева. . Гидравлика и гидропневмопривод. М.: Академия, 2014, 45 экз.
15. Т. М. Башта, С. С. Руднев, Б. Б. Некрасов. . Гидравлика, гидромашины и гидроприводы. М.: Машиностроение, 1982, 139 экз.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

### 5.3. Периодические издания:

не требуются.

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

1. <https://studfile.net/preview/5450896/> Гидропривод. Основы и компоненты. Учебный курс по гидравлике, том 1. Издатель: Bosch-Rexroth AG Сервис Автоматизация Дидактика, 2003г.;
2. <http://library.voenmeh.ru> — Библиотека БГТУ ВОЕНМЕХ им. Д.Ф.Устинова — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
3. <https://djvu.online/file/CShW49UXpblef> Наземцев А.С. Гидравлические и пневматические системы. Часть 2.;
4. <http://urait.ru> — Образовательная платформа «Юрайт». Для вузов и ссузов.;
5. <http://e.lanbook.com> — ЭБС Лань.;
6. <https://yandex.ru/video/preview/7824715345387185358?how=tm> Построение гидросхемы с двумя цилиндрами..

### 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](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:

1. Интернет-браузер Mozilla Firefox.

5.6. Информационные технологии:

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

## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Практические занятия:**

1. Проектор;
2. Интернет-браузер Mozilla Firefox.

### **6.2. Лабораторные занятия:**

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

### **6.3. 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 **ПРАКТИКУМ ПО ГИДРОПНЕВМОАВТОМАТИКЕ** является дисциплиной **факультативного блока** программы подготовки по направлению 24.05.02 *Проектирование авиационных и ракетных двигателей*. Дисциплина реализуется на факультете *Н Робототехника и инновационная инженерия* БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой *Н1 Системы приводов, мехатроника и робототехника*.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПСК-5.1 Способен разрабатывать и выпускать конструкторскую документацию на детали и узлы двигателей, а так же средства технологического оснащения.

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;
- лабораторная работа;
- задачи;
- отчет по ЛР;
- отчет по практическому заданию;
- расчетно-графическая работа;
- контроль посещаемости.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 2 з.е., 72 ч. Программой дисциплины предусмотрены практические занятия (**17 ч.**), лабораторный практикум (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**38 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 72 ч., из них 34 ч. аудиторных занятий, и 38 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.
<b>Раздел 1. Объёмные гидромашины.</b>		
Роторно-поршневые насосы и гидродвигатели. Термины и определения. Рабочие характеристики и методы их расчёта.	Т. В. Артемьева, Т. М. Лысенко, А. Н. Румянцева. . Гидравлика и гидропневмопривод: М.: Академия, 2014 (2-6) Т. М. Башта, С. С. Руднев, Б. Б. Некрасов. . Гидравлика, гидромашины и гидроприводы: М.: Машиностроение, 1982 (1-5)	3
Итого по разделу 1		3
<b>Раздел 2. Клапаны в системах гидроавтоматики.</b>		
Клапаны регулирующие расход и давление в системах гидроавтоматики.	В. А. Королёв, С. М. Стажков. . Конструирование гидравлических систем. Выбор гидрооборудования: СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023 (1-5)	3
Итого по разделу 2		3
<b>Раздел 3. Клапаны в системах гидроавтоматики.</b>		
Клапаны редукционные, рабочие характеристики, применение, методика испытаний	В. А. Королёв, С. М. Стажков. . Конструирование гидравлических систем. Выбор гидрооборудования: СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023 (1-5)	2
Итого по разделу 3		2
<b>Раздел 4. Регулирование потока рабочей жидкости в системах гидроавтоматики.</b>		
Применение гидродросселей и регуляторов потока в системах гидроавтоматики.	В. К. Свешников. . Станочные гидроприводы: Москва: Машиностроение, 2008 (2-9) Гидропневмооборудование: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2004 (1-4)	3
Итого по разделу 4		3
<b>Раздел 5. Применение невозвратных клапанов в системах гидроавтоматики.</b>		
Применение невозвратных клапанов в системах гидроавтоматики.	Д. Н. Попов. . Механика гидро- и пневмоприводов: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2001 (2-12)	2
Итого по разделу 5		2
<b>Раздел 6. Аккумулирование гидравлической энергии в системах гидроавтоматики.</b>		
Применение аккумулирования гидравлической энергии в системах гидроавтоматики	В. А. Королёв, С. М. Стажков. . Конструирование гидравлических систем. Выбор гидрооборудования: СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023 (1-5) Д. Н. Попов. . Механика гидро- и пневмоприводов: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2002 (2-12)	3

Итого по разделу 6		3
<b>Раздел 7. Синхронизация движения исполнительных устройств систем гидроавтоматики.</b>		
Устройства для синхронизации движения исполнительных устройств систем гидроавтоматики.	А. Г. Схиртладзе, В. И. Иванов, В. Н. Кареев. . Гидравлика в машиностроении: Старый Оскол: ТНТ, 2020 (2-10) В. К. Свешников. . Станочные гидроприводы: Москва: Машиностроение, 2008 (1-12)	2
Итого по разделу 7		2
<b>Раздел 8. Клапаны в системах пневмоавтоматики.</b>		
Применение логических элементов в системах гидроавтоматики.	Д. Н. Попов. . Механика гидро- и пневмоприводов: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2002 (1-15) В. А. Королёв, С. М. Стажков. . Элементы пневматического привода: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (1-3)	3
Итого по разделу 8		3
<b>Раздел 9. Системы пневмоавтоматики с заданной продолжительностью шагов рабочего цикла.</b>		
Применение систем пневмоавтоматики с заданной продолжительностью шагов рабочего цикла.	В. А. Королёв, С. М. Стажков. . Конструирование гидравлических систем. Выбор гидрооборудования: СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023 (1-4)	2
Итого по разделу 9		2
<b>Раздел 10. Системы пневмоавтоматики с управлением по давлению.</b>		
Применение управления по давлению в системах пневмоавтоматики.	В. К. Свешников. . Станочные гидроприводы: Москва: Машиностроение, 2008 (6-12)	3
Итого по разделу 10		3
<b>Раздел 11. Гидропривод с несколькими исполнительными устройствами.</b>		
Основы релейно-контактного управления.	В. К. Свешников. . Станочные гидроприводы: Москва: Машиностроение, 2008 (5-12) В. А. Королёв, С. М. Стажков. . Гидравлические усилители: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021 (1-3)	4
Итого по разделу 11		4
<b>Раздел 12. Релейно-контактные системы управления (РКУ).</b>		
Особенности применения релейно-контактного управления в системах гидропневмоавтоматики.	А. Г. Схиртладзе, В. П. Борискин, В. И. Иванов. . Станочные гидравлические системы: Старый Оскол: ТНТ, 2020 (1-12) С. М. Стажков. . Прикладная гидромеханика и машиностроительная гидравлика: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (1-10)	3
Итого по разделу 12		3
<b>Раздел 13. Основные устройства пропорционального управления системами гидроавтоматики.</b>		
Динамические параметры систем пропорционального управления	С. М. Стажков, М. В. Михайлов, В. А. Копычев. . Компоненты пропорциональной гидравлики: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (2-5)	3
Итого по разделу 13		3
<b>Раздел 14. Основы проектирования систем гидроавтоматики с пропорциональным управлением.</b>		
Примеры конкретного применения пропорционального управления системами гидроавтоматики.	В. А. Цветков, С. М. Стажков, Е. Б. Коротков. . Приводы многокоординатного манипулятора: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (1-3) С. М. Стажков, М. В. Михайлов, В. А. Копычев. . Компоненты пропорциональной гидравлики: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (1-5)	2
Итого по разделу 14		2

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- лабораторная работа;
- отчет по ЛР;
- задачи;
- отчет по практическому заданию;
- расчетно-графическая работа;
- контроль посещаемости;
- 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.

#### Лабораторная работа

Выполнение четырёх лабораторных работ оценивается в 5 баллов, защита всех этих работ оценивается в 20 баллов. Лабораторные работы: Испытание насоса постоянной подачи. Испытание напорных клапанов. Испытание редукционного клапана. Испытание регулятора потока.

#### Отчет по ЛР

Отчёт по каждой лабораторной работе, оформленный по ЕСКД, предоставляется индивидуально. Для защиты лабораторной работы студент должен чётко сформулировать цель работы, описать экспериментальную установку и пояснить программу и методику выполнения работы. Кроме этого, студент должен дать правильный и подробный ответ на 2 вопроса, заданных преподавателем.

#### Задачи

Данное задание включает составление гидравлической или пневматической схемы с последующей сборкой этой схемы на учебном стенде. Решение всех десяти задач оценивается в 10 баллов.

#### Отчет по практическому заданию

Решение засчитывается при стабильной работе макетного образца, настроенного заданным образом.

#### Расчетно-графическая работа

Выполняется проектирование гидропривода с заданными параметрами. Разрабатывается принципиальная гидравлическая схема, осуществляется расчёт и подбор по актуальным каталогам гидравлических устройств. Выполняется анализ полученного результата.

#### Контроль посещаемости

Для получения 10 (десять) баллов не должно быть более пропущено не более двух лекций, в противном случае - 0 (ноль) баллов.

#### Зачет

В течение семестра действует балльно-рейтинговая система (БРС) оценки знаний. Обучающийся имеет право на получение оценки по дисциплине в соответствии с БРС без дополнительной сдачи зачета.

В случае несогласия студента с полученной оценкой БРС, возможна сдача зачёта по билетам, предлагается на выбор 1 билет с тремя вопросами из разных разделов курса.

Обучающийся должен обязательно правильно и полностью ответить на все три вопроса билета для получения зачета, при небольших неточностях в ответе преподаватель имеет право задать



дополнительные или уточняющие вопросы. В случае неправильного ответа хотя бы на один вопрос, выставляется оценка в соответствии с ранее полученными баллами.

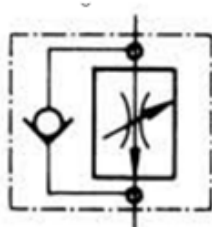
КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %	НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лабораторный практикум	Практические занятия		ПСК-5.1	
5	9	Раздел 1. Объёмные гидромашины.	6	3	2	1	3	10	Лабораторная работа, Отчет по ЛР
5	9	Раздел 2. Клапаны в системах гидроавтоматики.	5	2	1	1	3	5	Лабораторная работа, Отчет по ЛР
5	9	Раздел 3. Клапаны в системах гидроавтоматики.	4	2	1	1	2	5	Лабораторная работа, Отчет по ЛР
5	9	Раздел 4. Регулирование потока рабочей жидкости в системах гидроавтоматики.	5	2	1	1	3	10	Лабораторная работа, Отчет по ЛР
5	9	Раздел 5. Применение невозвратных клапанов в системах гидроавтоматики.	4	2	1	1	2	5	Задачи, Отчет по практическому заданию
5	9	Раздел 6. Аккумулирование гидравлической энергии в системах гидроавтоматики.	5	2	1	1	3	10	Задачи, Отчет по практическому заданию
5	9	Раздел 7. Синхронизация движения исполнительных устройств систем гидроавтоматики.	4	2	1	1	2	5	Задачи, Отчет по практическому заданию
5	9	Раздел 8. Клапаны в системах пневмоавтоматики.	5	2	1	1	3	5	Задачи, Отчет по практическому заданию
5	9	Раздел 9. Системы пневмоавтоматики с заданной продолжительностью шагов рабочего цикла.	4	2	1	1	2	5	Задачи, Отчет по практическому заданию
5	9	Раздел 10. Системы пневмоавтоматики с управлением по давлению.	5	2	1	1	3	10	Задачи, Отчет по практическому заданию
5	9	Раздел 11. Гидропривод с несколькими исполнительными устройствами.	7	3	2	1	4	10	Задачи, Отчет по практическому заданию
5	9	Раздел 12. Релейно-контактные системы управления (РКУ).	7	4	2	2	3	5	Задачи, Отчет по практическому заданию

5	9	<b>Раздел 13. Основные устройства пропорционального управления системами гидроавтоматики.</b>	6	3	1	2	3	10	Задачи, Отчет по практическому заданию, Расчетно- графическая работа
5	9	<b>Раздел 14. Основы проектирования систем гидроавтоматики с пропорциональным управлением.</b>	5	3	1	2	2	5	Задачи, Отчет по практическому заданию, Контроль посещаемости
<b>Всего за 9 семестр</b>			72	34	17	17	38	100	
<b>Всего по дисциплине</b>			72	34	17	17	38	100	

**ПСК-5.1 - Способен разрабатывать и выпускать конструкторскую документацию на детали и узлы двигателей, а так же средства технологического оснащения**

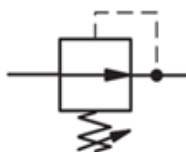
- № 1 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
Что необходимо сделать конкретно после сборки испытательного гидростенда, перед началом испытаний?
- № 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
Какие способы регулирования гидропривода и их разновидности Вам известны? Каковы достоинства и недостатки каждого способа?
- № 3 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
Что является основой минигидростанции?
- № 4 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
Чем отличаются напорные клапаны прямого и непрямого действия?
- № 5 Прочитайте текст и установите соответствие  
Сопоставить условные обозначения гидро и пневмоустройств и их функции.

1



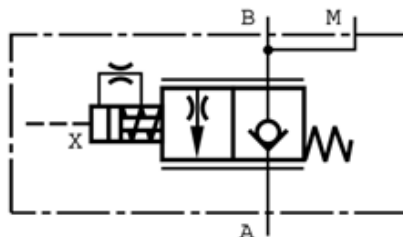
Клапан  
предназначен  
для  
А регулирования  
давления в  
отдельной ветви  
гидросистемы

2



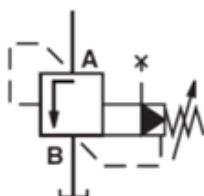
Клапан  
предназначен  
Б для ограничения  
давления в  
гидросистеме

3



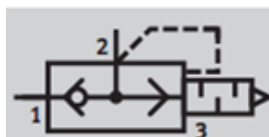
Клапан  
предназначен  
В для увеличения  
быстродействия  
пневмоцилиндра

4



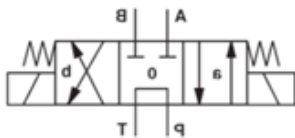
Клапан  
предназначен  
для обеспечения  
постоянного  
Г расхода в  
отдельной ветви  
гидросистемы  
при изменении  
давления

5



Клапан  
предназначен  
для надёжного  
Д удержания  
давления в  
выходной  
гидролинии

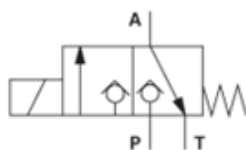
6



Е Распределитель  
клапанного типа  
нормально  
закрытый  
обеспечивает  
коммутацию 3х  
гидролиний

Распределитель  
золотникового

7



Ж типа  
обеспечивает  
коммутацию 4х  
гидролиний.

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

При какой температуре вязкость жидкости типа ISO VG46 в среднем равна 46 сСт?

1. минус 40°C;
2. 0°C;
3. плюс 20°C;
4. плюс 40°C

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

Какую следует ввести корректировку по давлению при зарядки азотом гидропневмоаккумулятора?

1. Корректировка, учитывающая температуру окружающего воздуха.
2. Тип рабочей жидкости в гидросистеме.
3. Объём гидропневмоаккумулятора.
4. Способ использования гидропневмоаккумулятора.

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

Какие устройства применяют для искрогашения в электромагнитных катушках распределителей?

1. диод
2. геркон
3. стабилитрон
4. электромагнитное реле
5. варистор

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

Какие из перечисленных типов насосов объёмного типа не могут быть регулируемы?

1. Аксиально-поршневой с наклонным блоком
2. Шестеренный
3. Пластинчатый
4. Аксиально-поршневой с наклонным диском
5. Винтовой

№ 10 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. Генерация управляющего сигнала
3. Широтно-импульсная модуляция выходного сигнала
4. Снижение объёмных потерь в пропорциональном клапане
5. Усиление управляющего сигнала для получения тока нужной величины на обмотке пропорционального электромагнита.

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

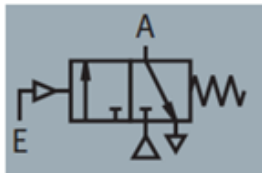
В чём основное отличие регулятора потока и гидродросселя?

1. Габариты
2. Больше пропускная способность
3. Независимость расхода от перепада давления на аппарате
4. Наличие дистанционного управления

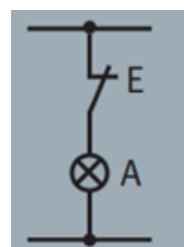
№ 12 Прочитайте текст и установите соответствие

Необходимо установить соответствие между пневматическими и электрическими схемами.

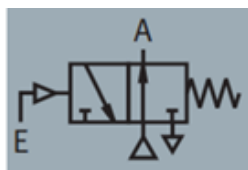
1



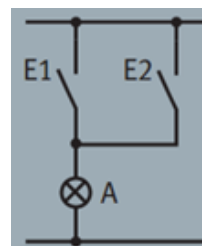
А



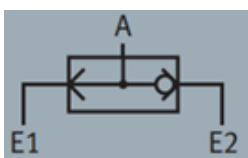
2



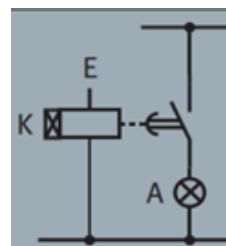
Б



3

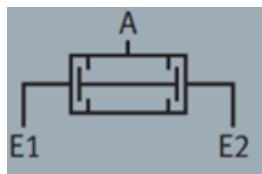


В

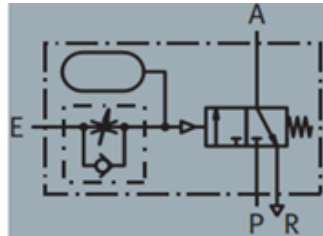


4

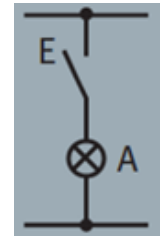
Г



5



Д



№ 13 Прочитайте текст и установите последовательность

Опишите порядок подготовки экспериментального стенда для испытания редуционного гидроклапана.

1. Сборка гидросистемы
2. Настройка общего предохранительного клапана
3. Удаление воздуха
4. Снятие показаний
5. Настройка входного давления в испытываемый редуционный клапан
6. Настройка давления на выходе из испытываемого редуционного клапана
7. Подстройка входного давления в испытываемый редуционный клапан

№ 14 Прочитайте текст и установите последовательность

Перечислите последовательность этапов подготовки сжатого воздуха для пневмоинструмента:

1. Сжатие
2. Осушка
3. Предварительная очистка
4. Добавление смазки (при необходимости)
5. Фильтрация предварительная
6. Фильтрация

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

Какие из перечисленных жидкостей наиболее широко применяются в гидросистемах в качестве рабочих жидкостей?

1. Вода
2. Масла на нефтяной основе
3. Спирт
4. Керосин

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

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.

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

Как функционально связываются элементы на гидро и пневмо схемах с релейно-контактным управлением?

1. Штрих-пунктирными линиями на принципиальной схеме.
2. При описании элементов в руководстве по эксплуатации гидро или пневмо системы.
3. Через одинаковые буквенно-цифровые обозначения электроуправляемых устройств гидро- и пневмосистем.
4. Наложением условных обозначений на принципиальной схеме

№ 18 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

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

Что такое рампы (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.