

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета

« ____ » _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ЭЛЕМЕНТЫ ГИДРОПНЕВМОАВТОМАТИКИ

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	
4	8	3	108	68	34	17	17	40	0	0	40	диф. 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 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:

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:

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:

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

выполнять необходимые расчёты систем гидропневмоавтоматики.;

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 **ЭЛЕМЕНТЫ ГИДРОПНЕВМОАВТОМАТИКИ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА, СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ, ТЕОРИЯ МЕХАНИЗМОВ И МАШИН, ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА, ДЕТАЛИ МАШИН, ГИДРАВЛИКА, МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ.**

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **АВТОМАТИКА И РЕГУЛИРОВАНИЕ.**

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-5.2 — Способен разрабатывать технологические процессы изготовления ДСЕ
- ПСК-5.3 — Способен выполнять расчеты на прочность
- ПСК-5.4/24 — Способен разрабатывать КД на детали, изготавливаемые по аддитивным технологиям, изготавливать их и оценивать показатели качества деталей, полученных по аддитивным технологиям

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 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		ПСК-5.1
4	8	Раздел 1. Введение. Основы гидропневмоавтоматики. 1.1. Общее понятие о гидро- и пневмоприводах, их достоинствах и недостатках. 1.2. Жидкости и газы как рабочее тело систем гидропневмоавтоматики, их основные свойства. 1.3. Основные элементы гидропневмоавтоматики. 1.4. Основные элементы гидропневмоавтоматики. 1.5. Структура и типовые схемы гидропневмосистем.	6	2	2	0	0	4	5
4	8	Раздел 2. Гидроавтоматика. Гидромашины объёмного типа. 2.1. Насосы роторные. Устройство и принцип действия, кинематические и динамические параметры, КПД. 2.2. Основные типы роторных насосов. Схемы и принцип действия, основные рабочие характеристики. 2.4. Механизмы управления регулируемых насосов. 2.5. Выбор насоса по рабочим характеристикам.	10	6	2	2	2	4	5
4	8	Раздел 3. Исполнительные устройства систем гидроавтоматики. 3.1. Гидроцилиндры. Устройство и принцип действия. Устройство и принцип действия, рабочие характеристики. 3.2. Гидромоторы объёмного типа. Устройство и принцип действия, рабочие характеристики. 3.3. Гидродвигатели неполноповоротные. 3.5. Выбор исполнительных устройств по рабочим характеристикам.	8	6	2	2	2	2	5
4	8	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 жидкости. 4.5. Невозвратные гидроклапаны 4.6. Комбинированные гидроклапаны.	10	6	2	2	2	4	5
4	8	Раздел 5. Устройства и принадлежности систем гидроавтоматики, гидростанции. 5.1. Делители потока 5.2. Гидро- и пневмоаккумуляторы (ГПА) Устройство, расчёт и применение. 5.3. Гидростанции и их принадлежности. 5.4. Мини-гидростанции. 5.4. Уплотнения в системах гидроавтоматики. 5.3. Трубопроводы и соединительная арматура систем гидроавтоматики.	6	4	2	1	1	2	5
4	8	Раздел 6. Кондиционирование рабочей жидкости в системах гидроавтоматики. Эксплуатация и диагностика систем гидроавтоматики. 6.1. Факторы, влияющие на работоспособность гидросистем. 6.2. Виды фильтрации в гидросистемах. 6.3. Параметры чистоты рабочей жидкости. 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.	7	4	2	1	1	3	5
4	8	Раздел 7. Расчёт и проектирование типовых систем гидроавтоматики. 7.1. Структура и типовые схемы систем гидроавтоматики, методы и устройства регулирования. 7.2. Гидроприводы объёмного 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.	7	4	2	1	1	3	15
4	8	Раздел 8. Пневмоавтоматика. 8.1. Производство, подготовка и распределение сжатого воздуха, компрессоры. 8.2. Качество подготовки сжатого воздуха. Методы осушки сжатого воздуха. 8.3. Измерение параметров сжатого воздуха. Измерительная аппаратура. 8.4. Регулирование давления в пневмосистемах.	4	2	2	0	0	2	5
4	8	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.	6	4	2	1	1	2	5
4	8	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.	6	4	2	1	1	2	5
4	8	Раздел 11. Основные правила построения пневматических схем. 11.1. Структура пневмосистем. 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.	6	4	2	1	1	2	10
4	8	Раздел 12. Релейно-контактное управление (РКУ) системами гидропневмоавтоматики. 12.1. Аппараты, используемые в РКУ. 12.2. Электромагнитное реле. 12.3. Устройства гидропневмоавтоматики с электромагнитным управлением. 12.4. Реализация логических функций в РКУ.	4	2	2	0	0	2	5
4	8	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.	5	3	2	1	0	2	5
4	8	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	7	5	2	1	2	2	10

		непрямое управление. 14.3. Реализация сервисных функций в системах гидропневмоавтоматики с РКУ.							
4	8	Раздел 15. Пропорциональное управление в системах гидропневмоавтоматики. 15.1. Основы пропорционального управления в системах гидропневмоавтоматики. 15.2. Рабочие характеристики клапанов с пропорциональным управлением. 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 и их настройка.	6	4	2	1	1	2	5
4	8	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 Методика расчёта систем гидроавтоматики с пропорциональным управлением.	10	8	4	2	2	2	5
Всего за 8 семестр			108	68	34	17	17	40	100
Всего по дисциплине			108	68	34	17	17	40	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 основных параметров объёмного насоса	2
2	Раздел 3. Исполнительные устройства систем гидроавтоматики.	Расчёт основных параметров гидромоторов	2
3	Раздел 4. Клапаны в системах гидроавтоматики.	Расчёт основных параметров напорных клапанов и клапанов регулирующих расход	2
4	Раздел 5. Устройства и принадлежности систем гидроавтоматики, гидростанции.	Расчёт параметров вспомогательного оборудования гидросистем	1
5	Раздел 6. Кондиционирование рабочей жидкости в системах гидроавтоматики. Эксплуатация и диагностика систем гидроавтоматики.	Методы расчёта параметров гидропневмоаккумулятора	1
6	Раздел 7. Расчёт и проектирование типовых систем гидроавтоматики.	Методика расчёта гидропривода	1
7	Раздел 9. Исполнительные устройства систем пневмоавтоматики.	Методика построения логических связей в пневмосистеме	1
8	Раздел 10. Пневматические устройства систем пневмоавтоматики.	Особенности работы пневматического реле времени	1
9	Раздел 11. Основные правила построения пневматических схем.	Особенности работы пневматического реле давления	1
10	Раздел 14. Применение релейно-контактных систем управления в гидропневмоавтоматике.	Методика построения диаграммы "ШАГ - ПЕРЕМЕЩЕНИЕ"	2
11	Раздел 15. Пропорциональное управление в системах гидропневмоавтоматики.	Особенности настройки блока формирования входных сигналов	1
12	Раздел 16. Основы проектирование систем гидроавтоматики с пропорциональным управлением.	Особенности настройки электронного усилителя	2
Всего за 8 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 шестерённого насоса	2
2	Раздел 3. Исполнительные устройства систем гидроавтоматики.	Испытание напорного клапана прямого и непрямого действия	2
3	Раздел 4. Клапаны в системах гидроавтоматики.	Испытание 3х линейного редукционного клапана	1
4		Сравнительное испытание гидродросселя и регулятора	1

		расхода	
5	Раздел 5. Устройства и принадлежности систем гидроавтоматики, гидростанций.	Синхронное движение гидроцилиндров	1
6	Раздел 6. Кондиционирование рабочей жидкости в системах гидроавтоматики. Эксплуатация и диагностика систем гидроавтоматики.	Решение практической задачи "Буровая установка"	1
7	Раздел 7. Расчёт и проектирование типовых систем гидроавтоматики.	Решение практической задачи "Стрела крана"	1
8	Раздел 9. Исполнительные устройства систем пневмоавтоматики.	Испытание логических элементов пневмосистем	1
9	Раздел 10. Пневматические устройства систем пневмоавтоматики.	Решение задачи "Пневмопривод устройства перемешивания краски"	1
10	Раздел 11. Основные правила построения пневматических схем.	Решение задачи "Пневмопривод установки для сварки листового материала"	1
11	Раздел 13. Датчики и индикаторы систем гидропневмоавтоматики.	Решение задачи "Пневмопривод установки лазерной обработки"	1
12	Раздел 14. Применение релейно-контактных систем управления в гидропневмоавтоматике.	Решение задачи "Перегрузочное устройство"	1
13	Раздел 15. Пропорциональное управление в системах гидропневмоавтоматики.	Решение задачи "Привод стола шлифовального станка"	1
14	Раздел 16. Основы проектирование систем гидроавтоматики с пропорциональным управлением.	Решение задачи "Гидропривод термопластавтомата"	2
Всего за 8 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	4
2	Раздел 2. Гидроавтоматика. Гидромашины объёмного типа.	Механизмы управления регулируемых насосов.	4
3	Раздел 3. Исполнительные устройства систем гидроавтоматики.	Выбор гидромотора по рабочим характеристикам.	2
4	Раздел 4. Клапаны в системах гидроавтоматики.	Гидрораспределители. Выбор гидрораспределителя на этапе проектирования.	4
5	Раздел 5. Устройства и принадлежности систем гидроавтоматики, гидростанций.	Исполнительные устройства пневмосистем.	2
6	Раздел 6. Кондиционирование рабочей жидкости в системах гидроавтоматики. Эксплуатация и диагностика систем гидроавтоматики.	Диагностика гидросистем.	3
7	Раздел 7. Расчёт и проектирование типовых систем гидроавтоматики.	Структура и типовые схемы систем гидроавтоматики, методы и устройства регулирования.	3
8	Раздел 8. Пневмоавтоматика.	Производство, подготовка и распределение сжатого воздуха.	2
9	Раздел 9. Исполнительные устройства систем пневмоавтоматики.	Элементы вакуумной техники.	2
10	Раздел 10. Пневматические устройства систем пневмоавтоматики.	Конструкция и принцип действия пневматических устройств.	2
11	Раздел 11. Основные правила построения пневматических схем.	Построение пневмосистем с несколькими исполнительными устройствами.	2
12	Раздел 12. Релейно-контактное управление (РКУ) системами гидропневмоавтоматики.	Устройства гидропневмоавтоматики с	2

		электромагнитным управлением	
13	Раздел 13. Датчики и индикаторы систем гидропневмоавтоматики.	Принципы измерения и индикации физических величин.	2
14	Раздел 14. Применение релейно-контактных систем управления в гидропневмоавтоматике.	Типовые примеры применения РКУ в системах гидропневмоавтоматики.	2
15	Раздел 15. Пропорциональное управление в системах гидропневмоавтоматики.	Основы пропорционального управления в системах гидропневмоавтоматики.	2
16	Раздел 16. Основы проектирование систем гидроавтоматики с пропорциональным управлением.	Выбор устройств с пропорциональным управлением для систем гидропневмоавтоматики.	2
Всего за 8 семестр			40

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
8	Собес	ЛР, Собес	ЛР, Отч. по ЛР	ЛР, Отч. по ЛР	ЗДЧ, Отч. по ПЗ	ДР	ЗДЧ, Отч. по ПЗ	Собес	ЗДЧ, Отч. по ПЗ	ДР	ЗДЧ, Отч. по ПЗ	Собес	ЗДЧ, Отч. по ПЗ	ЗДЧ, Отч. по ПЗ	ЗДЧ, Отч. по ПЗ	ЗДЧ, Отч. по ПЗ, РГР	ДР ЗДЧ, Отч. по ПЗ, КПос, диф. зач.

Условные обозначения:

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

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

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

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный 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. М. Туричин, П. В. Новицкий, Е. С. Левшина. Электрические измерения неэлектрических величин. Л.: Энергия. Ленингр. отд-ние, 1975, 26 экз.
3. В. А. Королёв, С. М. Стажков. . Элементы пневматического привода. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020, 65 экз.
4. В. А. Королёв, С. М. Стажков. . Гидравлические усилители. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021, эл. рес.
5. В. В. Лозовецкий. . Гидро- и пневмосистемы транспортно-технологических машин. Санкт-Петербург: Лань, 2022, эл. рес.
6. В. К. Свешников. . Станочные гидроприводы. Москва: Машиностроение, 2008, эл. рес.
7. В. С. Нагорный. . Средства автоматики гидро- и пневмосистем. Санкт-Петербург: Лань, 2022, эл. рес.
8. Д. Н. Попов. . Механика гидро- и пневмоприводов. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2002, 13 экз.
9. Е. В. Герц. . Динамика пневматических систем машин. М.: Машиностроение, 1985, 7 экз.
10. Е. С. Кисточкин, А. В. Киев, Г. С. Соколов. . Гидропневмооборудование и гидропневмоприводы. Л.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1989, 817 экз.
11. М. Е. Гойдо. . Проектирование объёмных гидроприводов. М.: Машиностроение, 2009, эл. рес.
12. М. Ю. Рачков. . Пневматические системы автоматики. 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.
14. Т. В. Артемьева, Т. М. Лысенко, А. Н. Румянцева. . Гидравлика, гидромашины и гидропневмопривод. М.: Академия, 2008, 10 экз.
15. Т. М. Башта, С. С. Руднев, Б. Б. Некрасов. . Гидравлика, гидромашины и гидроприводы. М.: Машиностроение, 1982, 139 экз.
16. Ю. М. Исаев, В. П. Коренев. . Гидравлика и гидропневмопривод. М.: Академия, 2016, 30 экз.
17. Я. М. Вильнер, Я. Т. Ковалёв, Б. Б. Некрасов. . Справочное пособие по гидравлике, гидромашинам и гидроприводам. Минск: Вышэйшая школа, 1985, 38 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. <http://library.voenmeh.ru> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
2. <http://urait.ru> — Образовательная платформа «Юрайт». Для вузов и ссузов.;
3. <http://e.lanbook.com> — ЭБС Лань.

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 **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, 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;
- собеседование;
- лабораторная работа;
- отчет по ЛР;
- задачи;
- отчет по практическому заданию;
- расчетно-графическая работа;
- контроль посещаемости.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **3 з.е., 108 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), практические занятия (**17 ч.**), лабораторный практикум (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**40 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 68 ч. аудиторных занятий, и 40 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	Я. М. Вильнер, Я. Т. Ковалёв, Б. Б. Некрасов. . Справочное пособие по гидравлике, гидромашинам и гидроприводам: Минск: Вышэйшая школа, 1985 (2,3)	4
Итого по разделу 1		4
Раздел 2. Гидроавтоматика. Гидромашины объёмного типа.		
Механизмы управления регулируемых насосов.	Т. М. Башта, С. С. Руднев, Б. Б. Некрасов. . Гидравлика, гидромашины и гидроприводы: М.: Машиностроение, 1982 (10-14) С. М. Стажков, М. В. Михайлов, В. А. Копычев. . Компоненты пропорциональной гидравлики: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (1-5)	4
Итого по разделу 2		4
Раздел 3. Исполнительные устройства систем гидроавтоматики.		
Выбор гидромотора по рабочим характеристикам.	Т. В. Артемьева, Т. М. Лысенко, А. Н. Румянцева. . Гидравлика, гидромашины и гидропневмопривод: М.: Академия, 2008 (3-6) Д. Н. Попов. . Механика гидро- и пневмоприводов: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2002 (6-10)	2
Итого по разделу 3		2
Раздел 4. Клапаны в системах гидроавтоматики.		
Гидрораспределители. Выбор гидрораспределителя на этапе проектирования.	А. Г. Схиртладзе, В. И. Иванов, В. Н. Кареев. . Гидравлика в машиностроении: Старый Оскол: ТНТ, 2020 (2-5)	4
Итого по разделу 4		4
Раздел 5. Устройства и принадлежности систем гидроавтоматики, гидростанций.		
Исполнительные устройства пневмосистем.	Ю. М. Исаев, В. П. Корнев. . Гидравлика и гидропневмопривод: М.: Академия, 2016 (1-4)	2
Итого по разделу 5		2
Раздел 6. Кондиционирование рабочей жидкости в системах гидроавтоматики. Эксплуатация и диагностика систем гидроавтоматики.		
Диагностика гидросистем.	Т. М. Башта, С. С. Руднев, Б. Б. Некрасов. . Гидравлика, гидромашины и гидроприводы: М.: Машиностроение, 1982 (1-10)	3
Итого по разделу 6		3
Раздел 7. Расчёт и проектирование типовых систем гидроавтоматики.		
Структура и типовые схемы систем гидроавтоматики, методы	М. Е. Гойдо. . Проектирование объёмных гидроприводов: М.: Машиностроение, 2009 (1-7)	3

и устройства регулирования.	В. К. Свешников. . Станочные гидроприводы: Москва: Машиностроение, 2008 (1-2)	
Итого по разделу 7		3
Раздел 8. Пневмоавтоматика.		
Производство, подготовка и распределение сжатого воздуха.	Е. В. Герц. . Динамика пневматических систем машин: М.: Машиностроение, 1985 (2-6) В. В. Лозовецкий. . Гидро- и пневмосистемы транспортно-технологических машин: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (1-10)	2
Итого по разделу 8		2
Раздел 9. Исполнительные устройства систем пневмоавтоматики.		
Элементы вакуумной техники.	М. Ю. Рачков. . Пневматические системы автоматики: Москва: Юрайт, 2020 (1-10)	2
Итого по разделу 9		2
Раздел 10. Пневматические устройства систем пневмоавтоматики.		
Конструкция и принцип действия пневматических устройств.	В. А. Королёв, С. М. Стажков. . Элементы пневматического привода: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (1-10)	2
Итого по разделу 10		2
Раздел 11. Основные правила построения пневматических схем.		
Построение пневмосистем с несколькими исполнительными устройствами.	Е. С. Кисточкин, А. В. Киев, Г. С. Соколов. . Гидропневмооборудование и гидропневмоприводы: Л.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1989 (1-5)	2
Итого по разделу 11		2
Раздел 12. Релейно-контактное управление (РКУ) системами гидропневмоавтоматики.		
Устройства гидропневмоавтоматики с электромагнитным управлением	В. А. Королёв, С. М. Стажков. . Гидравлические усилители: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021 (1-10)	2
Итого по разделу 12		2
Раздел 13. Датчики и индикаторы систем гидропневмоавтоматики.		
Принципы измерения и индикации физических величин.	А. М. Туричин, П. В. Новицкий, Е. С. Левшина. . Электрические измерения неэлектрических величин: Л.: Энергия. Ленингр. отд-ние, 1975 (1-15)	2
Итого по разделу 13		2
Раздел 14. Применение релейно-контактных систем управления в гидропневмоавтоматике.		
Типовые примеры применения РКУ в системах гидропневмоавтоматики.	В. С. Нагорный. . Средства автоматики гидро- и пневмосистем: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (1-10)	2
Итого по разделу 14		2
Раздел 15. Пропорциональное управление в системах гидропневмоавтоматики.		
Основы 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 (1-10)	2
Итого по разделу 15		2
Раздел 16. Основы проектирование систем гидроавтоматики с пропорциональным управлением.		
Выбор устройств с пропорциональным управлением для систем гидропневмоавтоматики.	С. М. Стажков, М. В. Михайлов, В. А. Копычев. . Компоненты пропорциональной гидравлики: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (1-10)	2
Итого по разделу 16		2

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

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

Корректно спроектированная гидравлическая или пневматическая схема 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 соответствующим образом.

Расчетно-графическая работа

Выполняется проектирование гидропривода с заданными параметрами. Разрабатывается принципиальная гидравлическая схема, осуществляется расчёт и подбор элементов 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.

Дифференцированный зачет

Обучающийся имеет право на получение положительной оценки при условии успешного прохождения текущего контроля успеваемости в соответствии с критериями, содержащимися в технологической карте.

В случае несогласия студента с полученной оценкой по БРС возможна сдача дифференцированного

зачёта по билетам, которая проводится в форме очного тестирования. Билет содержит 25 тестовых вопросов с четырьмя-пятью ответами на каждый и пять задач. За правильный ответ на тестовый вопрос начисляется 2 балла, за частично верный ответ - 1 балл. Правильное решение задачи 10 баллов. Используется столбальная система выставления оценок, которая переводится в традиционную следующим образом:

Отлично – 81 – 100 баллов,

Хорошо – 61 – 80 баллов,

Удовлетворительно – 41 – 60 баллов.

В итоге максимальная оценка может составить 100 баллов.

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		ПСК-5.1	
4	8	Раздел 1. Введение. Основы гидропневмоавтоматики.	6	2	2	0	0	4	5	Собеседование
4	8	Раздел 2. Гидроавтоматика. Гидромашины объёмного типа.	10	6	2	2	2	4	5	Лабораторная работа, Отчет по ЛР
4	8	Раздел 3. Исполнительные устройства систем гидроавтоматики.	8	6	2	2	2	2	5	Лабораторная работа, Отчет по ЛР
4	8	Раздел 4. Клапаны в системах гидроавтоматики.	10	6	2	2	2	4	5	Лабораторная работа, Отчет по ЛР
4	8	Раздел 5. Устройства и принадлежности систем гидроавтоматики, гидростанции.	6	4	2	1	1	2	5	Задачи, Отчет по практическому заданию
4	8	Раздел 6. Кондиционирование рабочей жидкости в системах гидроавтоматики. Эксплуатация и диагностика систем гидроавтоматики.	7	4	2	1	1	3	5	Задачи, Отчет по практическому заданию
4	8	Раздел 7. Расчёт и проектирование типовых систем гидроавтоматики.	7	4	2	1	1	3	15	Задачи, Отчет по практическому заданию
4	8	Раздел 8. Пневмоавтоматика.	4	2	2	0	0	2	5	Собеседование
4	8	Раздел 9. Исполнительные устройства систем пневмоавтоматики.	6	4	2	1	1	2	5	Задачи, Отчет по практическому заданию
4	8	Раздел 10. Пневматические устройства систем пневмоавтоматики.	6	4	2	1	1	2	5	Задачи, Отчет по практическому заданию
4	8	Раздел 11. Основные правила построения пневматических схем.	6	4	2	1	1	2	10	Задачи, Отчет по практическому заданию

4	8	Раздел 12. Релейно-контактное управление (РКУ) системами гидропневмоавтоматики.	4	2	2	0	0	2	5	Собеседование
4	8	Раздел 13. Датчики и индикаторы систем гидропневмоавтоматики.	5	3	2	1	0	2	5	Задачи, Отчет по практическому заданию
4	8	Раздел 14. Применение релейно-контактных систем управления в гидропневмоавтоматике.	7	5	2	1	2	2	10	Задачи, Отчет по практическому заданию
4	8	Раздел 15. Пропорциональное управление в системах гидропневмоавтоматики.	6	4	2	1	1	2	5	Задачи, Отчет по практическому заданию, Расчетно-графическая работа
4	8	Раздел 16. Основы проектирование систем гидроавтоматики с пропорциональным управлением.	10	8	4	2	2	2	5	Задачи, Отчет по практическому заданию, Контроль посещаемости
Всего за 8 семестр			108	68	34	17	17	40	100	
Всего по дисциплине			108	68	34	17	17	40	100	

Оценочные материалы по дисциплине ЭЛЕМЕНТЫ ГИДРОПНЕВМОАВТОМАТИКИ

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

- № 1 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
Какие факторы способствуют увеличению времени задержки при срабатывании пневматического реле времени?
- 1) Уменьшение объёма ёмкости и повышение давления на входе.
 - 2) Повышение управляющего давления и увеличение проходного сечения дросселя.
 - 3) Сокращение проходного сечения дросселя и увеличение объёма ёмкости.
 - 4) Увеличение перепада давлений между входом и выходом клапана.
- № 2 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
Какие из перечисленных типов насосов соответствуют критерию регулируемый?
- 1) Аксиально-поршневой с наклонным блоком
 - 2) Шестеренный
 - 3) Пластинчатый
 - 4) Радиально-поршневой
 - 5) Винтовой
- № 3 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.
- № 4 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
Какие устройства применяют для искрогашения в электромагнитных катушках распределителей?
- 1) диод
 - 3) стабилитрон
 - 5) варистор
 - 2) электромагнитное реле

4) геркон

№ 5 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Каким образом осуществляется демпфирование в конце хода гидроцилиндра?

№ 6 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Какие способы регулирования гидропривода и их разновидности Вам известны?

Каковы достоинства и недостатки каждого способа?

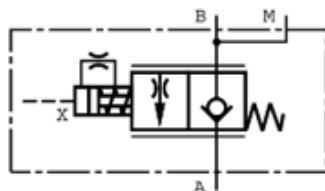
№ 7 Прочитайте текст и установите соответствие

Определить соответствие элементов их функции в гидросистеме.

- | | |
|---|---|
| 1. Предохранительный клапан | А. Поддерживает пониженное давление в одной из ветвей гидросистемы |
| 2. Гидродроссель | Б. Ограничивает наибольшее давление в гидросистеме |
| 3. Редукционный клапан | В. Обеспечивает компенсацию утечек в закрытой гидросистеме |
| 4. Насос подпитки | Г. Регулирует расход рабочей жидкости в одной из ветвей гидросистемы |
| 5. Гидрозамок | Д. Обеспечивает поток рабочей жидкости в двух направлениях только при подаче необходимого давления в линию управления |
| 6. Параллельно установленные обратный и предохранительный клапаны | Е. Антикавитационный клапан |
| 7. Обратный клапан, вход которого связан с маслобаком, а выход - с поршневой полостью гидроцилиндра | Ж. Обеспечение "обезвешивания" при воздействии постоянной нагрузки на исполнительное устройство гидросистемы. |

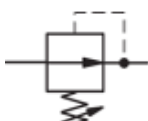
№ 8 Прочитайте текст и установите соответствие

1



А. Клапан
редукционный

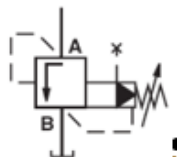
2



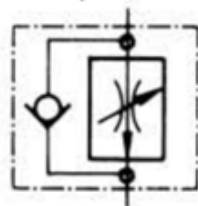
Б. Клапан
тормозной

3

В. Регулятор
расхода

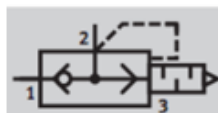


4



Г. Клапан быстрого
выхлопа

5



Д. Клапан
предохранительный

№ 9 Прочитайте текст и установите последовательность

Перечислить последовательность этапов подготовки сжатого воздуха:

1. Сжатие
2. Осушка
3. Предварительная очистка
4. Добавление смазки (при необходимости)

№ 10 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

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

Почему горизонтальные трубы пневматической магистрали укладываются с небольшим уклоном?

- 1) Чтобы обеспечить сток конденсата в заданные точки магистрали, где имеются устройства для его отвода.
- 2) Чтобы снизить потери давления при течении воздуха в магистрали.
- 3) Для увеличения пропускной способности магистрали, т.к. под уклон воздух движется быстрее.
- 4) Так получается, когда при монтаже труб полагаются только на глазомер.

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

Для чего предназначено магнитное кольцо на поршне пневмоцилиндра?

- 1) Обеспечение равномерного зазора между поршнем и гильзой, в том числе при боковых нагрузках на шток.

- 2) Герметизация зазора между поршнем и гильзой для исключения перетечек воздуха.
- 3) Снижение силы трения при движении поршня.
- 4) Создание магнитного поля, необходимого для работы датчиков положения