

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета

 (подпись) Страхов С. Ю.
 ФИО
 «___» _____ 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-космической техники |
| Выпускающая кафедра | А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ |
| 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 | |
| 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: 2024

Программу составили:

Кафедра И8 СИСТЕМЫ ПРИВОДОВ, МЕХАТРОНИКА И
РОБОТОТЕХНИКА

Морозов Михаил Викторович, старший преподаватель

Кафедра И8 СИСТЕМЫ ПРИВОДОВ, МЕХАТРОНИКА И
РОБОТОТЕХНИКА

Мельников Роман Вячеславович, к.т.н., доцент

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

А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Заведующий кафедрой Левихин А.А., к.т.н., доц.

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 — способность 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, ФИЗИКА, ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ПРАКТИКУМ ПО ГИДРОПНЕВМОАВТОМАТИКЕ, ПОДГОТОВКА К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ, ТЕОРИЯ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЖИДКОСТНЫХ РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ, РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ АГРЕГАТОВ ВРД**.

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-5.3 — Способен выполнять расчеты на прочность

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. 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. | 4 | 2 | 2 | 0 | 0 | 2 | 7 |
| 4 | 8 | Раздел 2. Гидроавтоматика. Гидромашины объёмного 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. | 8 | 6 | 2 | 2 | 2 | 2 | 7 |
| 4 | 8 | Раздел 3. Исполнительные устройства систем гидроавтоматики. 3.1. Гидроцилиндры. Устройство и принцип действия, рабочие характеристики. Устойчивость гидроцилиндров, демпфирование. 3.2. Гидромоторы объёмного типа. Устройство и принцип действия, рабочие характеристики. 3.3. Гидродвигатели неполноповоротные. 3.5. Выбор исполнительных устройств по рабочим характеристикам. | 6 | 4 | 2 | 0 | 2 | 2 | 7 |
| 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 жид-кости. 4.5. Невозвратные гидроклапаны 4.6. Комбинированные гидроклапаны. | 11 | 6 | 2 | 4 | 0 | 5 | 7 |
| 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. Минигидростанции. 5.5. Уплотнения в системах гидроавтоматики. 5.6. Трубопроводы и соединительная арматура систем гидроавтоматики. | 8 | 6 | 2 | 2 | 2 | 2 | 7 |
| 4 | 8 | 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 | 7 |
| 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. Замкнутые 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. | 8 | 6 | 3 | 1 | 2 | 2 | 7 |
| 4 | 8 | 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. | 4 | 2 | 2 | 0 | 0 | 2 | 7 |
| 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. | 4 | 2 | 2 | 0 | 0 | 2 | 7 |
| 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. | 10 | 5 | 2 | 1 | 2 | 5 | 7 |
| 4 | 8 | 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 | 7 |
| 4 | 8 | 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 | 6 | 4 | 2 | 0 | 2 | 2 | 5 |

| | | | | | | | | | |
|----------------------------|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----|----|----|----|----|-----|
| | | гидропневмоавтоматики с электромагнитным управлением. 12.4. Реализация логических функций в РКУ. | | | | | | | |
| 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. | 4 | 2 | 2 | 0 | 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 не прямое управление. 14.3. Реализация сервисных функций в системах гидропневмоавтоматики с РКУ. | 8 | 6 | 2 | 2 | 2 | 2 | 5 |
| 4 | 8 | Раздел 15. Пропорциональное управление в системах гидропневмоавтоматики. 15.1. Основы пропорционального управления в 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. | 7 | 5 | 2 | 2 | 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 Методики расчёта систем гидроавтоматики с пропорциональным управлением. 16.4. Моделирование систем гидроавтоматики с пропорциональным управлением. | 8 | 5 | 3 | 2 | 0 | 3 | 3 |
| 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 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 гидропневоаккумулятора. | 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 обработки 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 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 насоса постоянной подачи. | 2 |
| 2 | Раздел 4. Клапаны в системах гидроавтоматики. | Испытание редукционного клапана. | 1 |
| 3 | | Испытание напорных клапанов. | 1 |
| 4 | | Испытание регулятора расхода и гидродресселя. | 2 |
| 5 | Раздел 5. Устройства и принадлежности систем гидроавтоматики, гидростанции. | Задача "Стрела крана" | 1 |
| 6 | | Задача "Привод буровой 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 управлением. | Гидропривод с пропорциональным управлением 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 | 2 |
| 2 | Раздел 2. Гидроавтоматика. Гидромашины объёмного типа. | Механизмы управления регулируемых насосов. | 2 |
| 3 | Раздел 3. Исполнительные устройства систем гидроавтоматики. | Применение исполнительных устройств гидроавтоматики | 2 |
| 4 | Раздел 4. Клапаны в системах гидроавтоматики. | Клапаны в гидросистемах | 5 |
| 5 | Раздел 5. Устройства и принадлежности систем гидроавтоматики, гидростанции. | Основы проектирования гидросистем. | 2 |
| 6 | Раздел 7. Расчёт и проектирование типовых систем гидроавтоматики. | Выполнение расчётно-графической работы | 2 |
| 7 | Раздел 8. Пневмоавтоматика. Свойства сжатого воздуха. Производство и подготовка сжатого воздуха. | Применение пневмоавтоматики | 2 |
| 8 | Раздел 9. Исполнительные устройства систем пневмоавтоматики. | Элементы пневмоавтоматики | 2 |
| 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. | 2 |
| 12 | Раздел 13. Датчики и индикаторы систем гидропневмоавтоматики. | Применение датчиков в гидро- и пневмосистемах. | 2 |
| 13 | Раздел 14. Применение релейно-контактных систем управления в гидропневмоавтоматике. | Типовые схемы релейно-контактного управления в гидропневмоавтоматике. | 2 |
| 14 | Раздел 15. Пропорциональное управление в системах гидропневмоавтоматики. | Применение пропорционального управления в системах гидропневмоавтоматики. | 2 |
| 15 | Раздел 16. Основы проектирование систем гидроавтоматики с пропорциональным управлением. | Типовые варианты систем гидропневмоавтоматики с пропорциональным управлением | 3 |
| 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 | | ЛР | | ЛР | | ДР | | ЛР | ЛР | ДР | Собес | | ЛР | ЛР | | ДР | Собес, диф. зач. |

Условные обозначения:

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

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

- диагностическая работа;
- лабораторная работа;
- собеседование.

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/;](https://studfile.net/preview/5532771/)
3. Типовые примеры схем пневмопривода в FluidSim. Ч.1
[https://yandex.ru/video/preview/18221698792388163044.](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 **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению 24.05.02 *Проектирование авиационных и ракетных двигателей*. 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*:

ПСК-5.1 способность 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;
- собеседование.

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 | В. С. Нагорный. . Средства автоматики гидро- и пневмосистем: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (1-5) Гидропневмооборудование: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2004 (1) | 2 |
| Итого по разделу 1 | | 2 |
| Раздел 2. Гидроавтоматика. Гидромашины объёмного типа. | | |
| Механизмы управления регулируемых насосов. | В. К. Свешников. . Станочные гидроприводы: Москва: Машиностроение, 2008 (2-5) Б. П. Борисов. . Объёмные гидромашины: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018 (1-8) | 2 |
| Итого по разделу 2 | | 2 |
| 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) | 2 |
| Итого по разделу 3 | | 2 |
| Раздел 4. Клапаны в системах гидроавтоматики. | | |
| Клапаны в гидросистемах | В. К. Свешников. . Станочные гидроприводы: Москва: Машиностроение, 2008 (2, 3, 4, 8) Гидропневмооборудование: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2004 (3-5) Г. Я. Суров, А. Н. Вихарев, И. И. Долгова. . Гидравлика и гидропривод в примерах и задачах: Архангельск: Изд-во САФУ, 2010 (1-4) | 5 |
| Итого по разделу 4 | | 5 |
| Раздел 5. Устройства и принадлежности систем гидроавтоматики, гидростанций. | | |
| 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) | 2 |
| Итого по разделу 5 | | 2 |
| Раздел 7. Расчёт и проектирование типовых систем гидроавтоматики. | | |
| Выполнение расчётно-графической работы | В. К. Свешников. . Станочные гидроприводы: Москва: Машиностроение, 2008 (5) | 2 |
| Итого по разделу 7 | | 2 |
| 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) | 2 |
| Итого по разделу 8 | | 2 |
| 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) | 2 |
| Итого по разделу 9 | | 2 |
| 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. | В. А. Королёв, С. М. Стажков. . Элементы пневматического привода: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (1-2) Е. В. Герц. . Динамика пневматических систем машин: М.: Машиностроение, 1985 (4-8) | 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) | 2 |
| Итого по разделу 12 | | 2 |
| 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) | 2 |
| Итого по разделу 13 | | 2 |
| 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) | 2 |
| Итого по разделу 14 | | 2 |
| 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) | 2 |
| Итого по разделу 15 | | 2 |
| 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) | 3 |
| Итого по разделу 16 | | 3 |

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 незачтено.

| 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. | 4 | 2 | 2 | 0 | 0 | 2 | 7 | Собеседование |
| 4 | 8 | Раздел 2. Гидроавтоматика. Гидромашины объёмного типа. | 8 | 6 | 2 | 2 | 2 | 2 | 7 | Лабораторная работа |
| 4 | 8 | Раздел 3. Исполнительные устройства систем гидроавтоматики. | 6 | 4 | 2 | 0 | 2 | 2 | 7 | Лабораторная работа |
| 4 | 8 | Раздел 4. Клапаны в системах гидроавтоматики. | 11 | 6 | 2 | 4 | 0 | 5 | 7 | Собеседование |
| 4 | 8 | Раздел 5. Устройства и принадлежности систем гидроавтоматики, гидростанции. | 8 | 6 | 2 | 2 | 2 | 2 | 7 | Собеседование |
| 4 | 8 | Раздел 6. Кондиционирование рабочей жидкости в системах гидроавтоматики. Эксплуатация и диагностика систем гидроавтоматики. | 2 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 7 | Собеседование |
| 4 | 8 | Раздел 7. Расчёт и проектирование типовых систем гидроавтоматики. | 8 | 6 | 3 | 1 | 2 | 2 | 7 | Собеседование |
| 4 | 8 | Раздел 8. Пневмоавтоматика. Свойства сжатого воздуха. Производство и подготовка сжатого воздуха. | 4 | 2 | 2 | 0 | 0 | 2 | 7 | Собеседование |
| 4 | 8 | Раздел 9. Исполнительные устройства систем пневмоавтоматики. | 4 | 2 | 2 | 0 | 0 | 2 | 7 | Собеседование |
| 4 | 8 | Раздел 10. Пневматические устройства систем пневмоавтоматики. | 10 | 5 | 2 | 1 | 2 | 5 | 7 | Собеседование |
| 4 | 8 | Раздел 11. Основные правила построения пневматических схем. | 10 | 5 | 2 | 1 | 2 | 5 | 7 | Собеседование |

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

Критерии оценивания

ПСК-5.1

- Вопросы открытого типа:*
- № 1 Каким образом осуществляется демпфирование в конце хода гидроцилиндра?
- № 2 Какие способы регулирования гидропривода и их разновидности Вам известны?
- Каковы достоинства и недостатки каждого способа?
- № 3 Перечислить возможные способы фильтрации рабочей жидкости в гидросистеме открытого типа по месту установки фильтров.
- № 4 Перечислить этапы подготовки сжатого воздуха в нужной последовательности.
- № 5 Что такое «точка росы»?
- В каких единицах измеряется? Каким способом получить воздух с точкой росы минус- 40°С?
- № 6 За счет чего происходит срабатывание бесконтактного датчика (геркона), установленного на корпусе (гильзе) пневмоцилиндра?
- № 7 Какие устройства применяют для искрогашения в электромагнитных катушках распределителей?
- № 8 Как связываются элементы на гидросхеме (пневмосхеме) и электросхеме релейноконтактного управления?
- № 9 Для чего устанавливают необходимый балансирующий ток, подаваемый на обмотку пропорционального магнита?
- № 10 Что является функцией электронного усилителя пропорционального клапана?
- Вопросы закрытого типа:*
- № 1 Какие рабочие жидкости наиболее широко применяются в гидросистемах?
- 1) Вода
- 2) Масла на нефтяной основе
- 3) Спирт
- 4) Керосин
- № 2 Какие из перечисленных типов насосов не могут быть регулируемыми?
- 1) Аксиально-поршневой с наклонным блоком
- 2) Шестеренный
- 3) Пластинчатый
- 4) Радиально-поршневой
- № 3 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.
- № 4 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.

- № 5 4) Создание магнитного поля, необходимого для работы датчиков положения
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.
- № 6 4) Так получается, когда при монтаже труб полагаются только на глазомер.
Какие факторы способствуют увеличению времени задержки при срабатывании пневматического реле времени?
- 1) Сокращение проходного сечения дросселя и увеличение объёма ёмкости.
 - 2) Повышение управляющего давления и увеличение проходного сечения дросселя.
 - 3) Уменьшение объёма ёмкости и повышение давления на входе.
- № 7 4) Увеличение перепада давлений между входом и выходом клапана.
С какой целью в разъёме электромагнитной катушки распределителя устанавливается диод параллельно этой катушке?
- 1) Для сглаживания пульсаций тока
 - 2) Для предотвращения короткого замыкания
 - 3) Для искрогашения при переключении
- № 8 4) Для защиты от переполюсовки
Как связываются элементы на гидросхеме и схеме её электроконтактного управления?
- 1) Через изображаемые на схеме линии связи
 - 2) Через одинаковые буквенно-цифровые обозначения
 - 3) По описанию в руководстве по эксплуатации
- № 9 4) Никак
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.
- № 10 4) Для снижения мощности, потребляемой клапаном
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