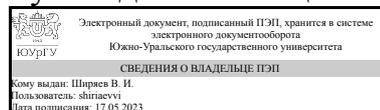


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель специальности



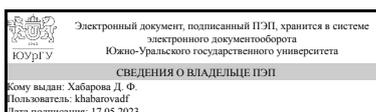
В. И. Ширяев

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.О.37 Гидропривод и гидропневмоавтоматика в системах управления летательными аппаратами  
для специальности 24.05.06 Системы управления летательными аппаратами  
уровень Специалитет  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Гидравлика и гидропневмосистемы

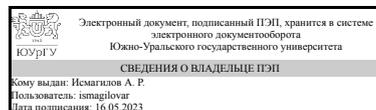
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 24.05.06 Системы управления летательными аппаратами, утверждённым приказом Минобрнауки от 04.08.2020 № 874

Зав.кафедрой разработчика,  
к.техн.н.



Д. Ф. Хабарова

Разработчик программы,  
к.техн.н., доцент



А. Р. Исмагилов

## 1. Цели и задачи дисциплины

Цель изучения дисциплины - Глобальной целью изучения дисциплины «Гидропривод и гидропневмоавтоматика в системах управления летательными аппаратами» является теоретическая и практическая подготовка студентов в области изучения конструкций, принципов действия и характеристик элементов гидро- и пневмопривода и гидропневмоавтоматики в системах управления летательными аппаратами, изучение возможности применения законов течения жидкости и газа для описания вышеуказанных приводов и систем и формирования у них знаний и умений анализа гидравлических схем, а также выработки положительной мотивации, умений и представлений для самостоятельного решения технических задач, связанных с применением и проектированием гидропривода и гидропневмоавтоматики систем управления летательными аппаратами. Задачей дисциплины является освоение основ по решению следующего перечня задач в соответствии с видами профессиональной деятельности и профилем подготовки: научно-исследовательская деятельность: теоретические и (или) экспериментальные исследования в области применения и проектирования гидропривода и гидропневмоавтоматики в системах управления летательными аппаратами; разработка моделей (математических, физических) изделий, воспроизводящих или имитирующих конкретные свойства заданного изделия или его составной части с использованием законов гидравлики; на этапе эскизного проектирования: разработка вариантов возможного принципиального решения по структуре, гидравлических и пневматических систем.

## Краткое содержание дисциплины

Курс «Гидропривод и гидропневмоавтоматика в системах управления летательными аппаратами» знакомит студентов с общими правилами конструирования и принципами действия существующих пневматических и гидравлических систем управления летательных аппаратов, построения систем энергоснабжения гидросистем, законами движения и равновесия жидкой и газообразной сред в указанных элементах, учит анализировать и строить их математические модели; позволяет студентам приобрести начальные навыки в решении задач связанных с указанными системами. В течение семестра студенты выполняют задания, тесты по материалам лекций и практических занятий. Вид промежуточной аттестации: зачет.

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОПК-7 Способен на основе системного подхода анализировать работу систем управления летательными аппаратами различного назначения, как объектов ориентации, стабилизации, навигации, управления движением, а также создавать математические модели, позволяющие прогнозировать тенденцию их развития как объектов управления и тактики их применения	Знает: методы проектирования элементов гидропневмосистем управления летательными аппаратами Умеет: выбирать критерии и показатели проектирования с учетом специфики объекта назначения и технического задания Имеет практический опыт: решения профессиональных задач по вопросам функционирования гидропневмосистем

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
1.О.21 Электронные устройства систем управления и навигации, 1.О.34 Теория инерциальных навигационных приборов и систем, 1.О.27 Системы управления летательными аппаратами, 1.О.28 Теория надежности, контроль и диагностика систем управления летательными аппаратами, 1.О.26 Устройство летательных аппаратов, 1.О.17 Аэродинамика	Не предусмотрены

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
1.О.21 Электронные устройства систем управления и навигации	Знает: методы решения задач анализа и расчета характеристик электрических цепей, методы настройки и проверки опытных образцов электронных устройств Умеет: анализировать работу электронных устройств, использовать измерительное оборудование при наладке, настройке, проверке опытных образцов электронных устройств Имеет практический опыт: использовать базовые положения математики, естественных наук при решении социальных и профессиональных задач и критически оценить освоенные теории и концепции, границы их применимости, выполнения теоретических, лабораторных и натурных исследований и экспериментов для решения конкурентоспособных научно-исследовательских и производственных задач с использованием современной аппаратуры
1.О.26 Устройство летательных аппаратов	Знает: конструктивные особенности летательных аппаратов и их элементов, узлов и систем Умеет: использовать знания об устройстве и конструкции ЛА и критериях оценки проектно-конструкторских решений Имеет практический опыт: исследования и анализа проектно-конструкторских решений по различным типам летательных аппаратов
1.О.27 Системы управления летательными аппаратами	Знает: характеристики летательного аппарата как объекта управления, принципы построения систем управления летательных аппаратов; основные элементы системы управления: датчики, управляющие устройства,

	исполнительные механизмы Умеет: выполнять расчеты на основе математических моделей систем управления летательными аппаратами, проводить анализ установившихся и переходных режимов работы системы, ее устойчивости и показателей качества; синтезировать управляющие и корректирующие устройства систем управления Имеет практический опыт: применения методик математического моделирования динамических систем, анализа и обработки экспериментальных данных для решения задач управления движением летательных аппаратов
1.О.34 Теория инерциальных навигационных приборов и систем	Знает: фигуру и движение Земли в пространстве, иметь представление о гравитационном поле Земли и учете его при использовании метода инерциальной навигации; метод «счисления пути» как метод навигации, алгоритмы функционирования инерциальных систем, ошибки инерциальных систем и способы их уменьшения, параметры и средства определения ориентации подвижного объекта Умеет: выбирать тип и схему построения инерциальной системы навигации в зависимости от типа объекта, требуемой точности и условий движения; выбирать состав приборного оснащения для данной схемы построения инерциальной системы Имеет практический опыт: моделирования динамики инерциальных систем и оценки погрешностей их работы с целью выработки требований к характеристикам чувствительных элементов и оценки необходимости применения средств и способов коррекции
1.О.28 Теория надежности, контроль и диагностика систем управления летательными аппаратами	Знает: методы оценки надежности программной составляющей информационно-управляющих систем летательных аппаратов, связь надежности и качества системы Умеет: применять методики проведения и анализа результатов определительных и контрольных испытаний на надежность Имеет практический опыт: использования прикладных пакетов для решения задач анализа надежности систем
1.О.17 Аэродинамика	Знает: основные понятия аэродинамики, законы формирования аэродинамических сил и моментов, действующих на летательный аппарат Умеет: применять формулы векторного анализа в кинематических и динамических уравнениях для определения сил и моментов, действующих на летательный аппарат Имеет практический опыт: применения разделов аэродинамики в задачах управления движением летательного аппарата

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 54,25 ч.  
контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		9	
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108	
<i>Аудиторные занятия:</i>	48	48	
Лекции (Л)	32	32	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	16	16	
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	53,75	53,75	
Подготовка к зачету	22	22	
Подготовка к практическим занятиям	31,75	31.75	
Консультации и промежуточная аттестация	6,25	6,25	
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет	

## 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Введение. Общие сведения о дисциплине	2	2	0	0
2	Общее понятие гидравлики и ее применение. Газовая динамика	14	6	8	0
3	Понятия об элементах гидравлических и пневматических систем	14	8	6	0
4	Гидросистемы летательных аппаратов	2	2	0	0
5	Гидравлические рулевые приводы	12	10	2	0
6	Пневматические рулевые приводы	4	4	0	0

### 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Введение. Общие сведения о дисциплине " Гидропривод и гидропнеумоавтоматика в системах управления летательными аппаратами ". Общее понятие гидравлических и пневматических систем и их место в летательных аппаратах.	2
2	2	Общее понятие гидравлики и ее применение. Жидкость - рабочее тело гидравлических систем. Определение, свойства, напряженное состояние жидкости. Воздух - рабочее тело пневматических систем. Основные характеристики в отличие от характеристик жидкости.	2
3	2	Основные понятия кинематики жидкости и газа. Основные характеристики потока: расход, средняя скорость, количество движения, напор, мощность. Уравнение неразрывности для стационарного движения жидкости. Уравнение Бернулли для потока вязкой жидкости.	2

4	2	Виды гидравлических сопротивлений. Гидравлическое сопротивление трубопроводов в зависимости от режимов движения жидкости (сопротивление по длине). Местные гидравлические сопротивления. Общее понятие и расчет гидравлических потерь. Истечение жидкости через отверстия и насадки.	2
5	3	Роторные гидромашины. Принцип действия, характеристики радиально-поршневых, аксиально-поршневых, шестеренных гидромашин. Обратимость гидромашин. Гидродвигатели. Гидро- и пневмодвигатели возвратно-поступательного действия. Основные расчетные зависимости.	2
6	3	Регулирующая гидроаппаратура гидросистем ЛА: напорные клапаны, редуцирующие клапаны, дроссели, регуляторы расхода.	2
7	3	Направляющая гидроаппаратура гидросистем ЛА: гидрораспределители, обратные клапаны, гидрозамки.	2
8	3	Вспомогательная гидроаппаратура гидросистем ЛА: гидроаккумуляторы, фильтры, теплообменные аппараты.	2
9	4	Схемное построение гидросистем летательных аппаратов. Типы гидравлических систем. Основные источники питания.	2
10	5	Рулевые гидравлические приводы. Объекты регулирования и исполнительные механизмы рулевых систем летательных аппаратов. 1. Силы, действующие в объектах регулирования. 2. Гидроцилиндр – как исполнительный механизм. 3. Гидромотор - как исполнительный механизм. 4. Пневматический исполнительный механизм.	2
11	5	Управляющие устройства гидравлических рулевых систем – Сервоклапаны. 1. Конструкции, принцип действия, достоинства и недостатки двухкаскадных электрогидравлических усилителей мощности без обратной связи по положению золотника выходного каскада.	2
12	5	Конструкции, принцип действия, достоинства и недостатки двухкаскадных электрогидравлических усилителей мощности с различными видами обратной связи (с гидромеханической обратной связью по положению; с силовой обратной связью по положению; с электрической обратной связью по положению). 2. Электрогидравлические усилители - струйная трубка.	2
13	5	Электрогидравлические рулевые приводы с применением сервоклапанов.	2
14	5	Принципы резервирования гидросистем ЛА и рулевых приводов.	2
15	6	Управляющие устройства пневматических рулевых систем. 1. Конструкции, принцип действия, достоинства и недостатки электропневматических усилителей мощности.	2
16	6	Электропневматические рулевые приводы.	2

## 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	2	Гидростатика. Гидростатическое давление. Приборы для измерения давлений. Силы давления жидкости на поверхности.	2
2	2	Основные понятия кинематики жидкости и газа. Основные характеристики потока: расход, средняя скорость, количество движения, напор, мощность. Уравнение неразрывности для стационарного движения жидкости. Уравнение Бернулли для потока вязкой жидкости.	2
3	2	Виды гидравлических сопротивлений. Гидравлическое сопротивление трубопроводов в зависимости от режимов движения жидкости (сопротивление по длине). Местные гидравлические сопротивления. Общее понятие и расчет гидравлических потерь. Истечение жидкости через	2



1	9	Промежуточная аттестация	Зачет	-	5	Критерии начисления баллов: 5 баллов - правильный ответ на два вопроса. 4 балла - правильный ответ на один вопрос, возможны две ошибки, либо неполный ответ на один из вопросов. 3 балла - возможны более двух ошибок либо неполные ответы на все вопросы. 2 балла - отсутствует ответ на один вопрос, на другой вопрос ответ верный. 1 балл - отсутствует ответ на один вопрос, дан неполный ответ на другой вопрос. 0 баллов - отсутствуют ответы.	зачет
2	9	Текущий контроль	Тестирование "Промежуточная контрольная работа"	0,3	5	Тестирование (по разделу 2) проводится на практическом занятии №5 (в письменной форме). Количество вопросов 10.  Критерии начисления баллов: 5 баллов - получены правильные ответы на не менее 85% вопросов. 4 балла - получены правильные ответы на не менее 75% вопросов. 3 балла - получены правильные ответы на не менее 60% вопросов. 2 балла - получены правильные ответы на не менее 40% вопросов. 1 балл - получены правильные ответы на не менее 20% вопросов. 0 баллов - получены правильные ответы на менее 20% вопросов.	зачет
3	9	Текущий контроль	Тестирование "Итоговая контрольная работа"	0,3	5	Тестирование (по всем разделам) проводится на практическом занятии №8 (в письменной форме). Количество вопросов 20.  Критерии начисления баллов: 5 баллов - получены правильные ответы на не менее 85% вопросов. 4 балла - получены правильные ответы на не менее 75% вопросов. 3 балла - получены правильные ответы на не менее 60% вопросов. 2 балла - получены правильные ответы на не менее 40% вопросов. 1 балл - получены правильные ответы на не менее 20% вопросов. 0 баллов - получены правильные ответы на менее 20% вопросов.	зачет
4	9	Текущий контроль	Отчёт по практическим занятиям №1-№4	0,2	5	Допускаются студенты, которые сделали записи практических занятий, оформили в соответствии с требованиями отчет о практических занятиях и предоставили его к защите.	зачет

						<p>Защита отчётов по лабораторным работам (по разделам 1, 2) проводится на практическом занятии №5 (в устной форме). Количество практических занятий 4.</p> <p>Критерии начисления баллов:  5 баллов - все отчеты сданы в срок (двухнедельный срок после проведения практического занятия).  4 балла - не менее 75% отчетов по практическим занятиям сданы в срок.  3 балла - не менее 60% отчетов по практическим занятиям сданы в срок.  2 балла - не менее 40% отчетов по практическим занятиям сданы в срок.  1 балл - не менее 20% отчетов по практическим занятиям сданы в срок.  0 баллов - отчеты не сданы.</p>	
5	9	Текущий контроль	Отчёт по практическим занятиям №5-№8	0,2	5	<p>Допускаются студенты, которые сделали записи практических занятий, оформили в соответствии с требованиями отчет о практических занятиях и предоставили его к защите.</p> <p>Защита отчётов по лабораторным работам (по разделам 3-5) проводится на практическом занятии №8 (в устной форме). Количество практических занятий 4.</p> <p>Критерии начисления баллов:  5 баллов - все отчеты сданы в срок (двухнедельный срок после проведения практического занятия).  4 балла - не менее 75% отчетов по практическим занятиям сданы в срок.  3 балла - не менее 60% отчетов по практическим занятиям сданы в срок.  2 балла - не менее 40% отчетов по практическим занятиям сданы в срок.  1 балл - не менее 20% отчетов по практическим занятиям сданы в срок.  0 баллов - отчеты не сданы.</p>	зачет

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	<p>Зачёт проводится в тестовой форме. Каждому студенту выдается тест, в котором присутствует по 20 вопросов. На тест отводится 20 минут. Оценка за зачёт рассчитывается по рейтингу обучающегося по дисциплине <math>R_d</math> на основе рейтинга по текущему контролю <math>R_{тек}</math> формуле: <math>R_d = R_{тек}</math>, где <math>R_{тек} = 0,3</math></p>	<p>В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения</p>

	<p>КМ2+ 0,3 КМ3+0,2 КМ4 +0,2 КМ5 рассчитывается на основе баллов, набранных обучающимся по результатам текущего контроля с учетом весового коэффициента. Студент вправе улучшить свой результат при сдаче промежуточной аттестации, который будет рассчитываться по формуле <math>R_d = 0,6 R_{тек} + 0,4 R_{па}</math>, где <math>R_{па}</math> - рейтинг промежуточной аттестации. Критерий «зачтено» действует при рейтинге <math>R_d</math> больше или равно 60%.</p>	
--	---	--

### 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ				
		1	2	3	4	5
ОПК-7	Знает: методы проектирования элементов гидропневмосистем управления летательными аппаратами	+	+	+	+	+
ОПК-7	Умеет: выбирать критерии и показатели проектирования с учетом специфики объекта назначения и технического задания	+	+	+	+	+
ОПК-7	Имеет практический опыт: решения профессиональных задач по вопросам функционирования гидропневмосистем управления летательными аппаратами	+	+	+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Чупраков, Ю. И. Гидропривод и средства гидроавтоматики Учеб. пособие для вузов по спец. "Гидропневоавтоматика и гидропривод". - М.: Машиностроение, 1979. - 232 с. ил.
2. Башта, Т. М. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы Учеб. для вузов Т. М. Башта, С. С. Руднев, Б. Б. Некрасов и др. - 2-е изд., перераб. - М.: Машиностроение, 1982. - 423 с. ил.
3. Свешников, В. К. Станочные гидроприводы Текст справочник В. К. Свешников. - 5-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 2008. - 639 с. ил.
4. Гойдо, М. Е. Элементы гидропривода и гидроавтоматики Текст метод. указания к лаб. работам М. Е. Гойдо, А. Б. Шпитов ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Гидравлика и гидропневмосистемы ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2001. - 57 с. ил.

#### б) дополнительная литература:

1. Абрамов, Е. И. Элементы гидропривода Справ. Е. И. Абрамов, К. А. Колесниченко, В. Т. Маслов. - 2-е изд., перераб. и доп. - Киев: Техника, 1977. - 320 с. ил.
2. Лозовецкий, В. В. Гидро- и пневмосистемы транспортно-технологических машин Текст учеб. пособие для вузов по направлению 250400 - "Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих пр-в" В. В. Лозовецкий. - СПб. и др.: Лань, 2012. - 554 с. ил., табл.

3. Гидравлические приводы летательных аппаратов Учеб. для авиац. спец. вузов Под общ. ред. В. И. Карева. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1992. - 366,[1] с. ил.

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:  
Не предусмотрены

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Гамынин Н.С. Гидравлические приводы летательных аппаратов. 1992
2. Форенталь В.И. Гидравлические усилители мощности: Учебное пособие.—Челябинск:ЮУрГУ, 2005.—104с.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Форенталь В.И. Гидравлические усилители мощности: Учебное пособие.—Челябинск:ЮУрГУ, 2005.—104с.

### Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Свешников, В.К. Станочные гидроприводы: справочник. [Электронный ресурс] : справ. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2008. — 640 с. <a href="http://e.lanbook.com/book/778">http://e.lanbook.com/book/778</a>
2	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Фомичев, В.М. Проектирование электрогидравлических усилителей следящих приводов. [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. — 44 с. <a href="http://e.lanbook.com/book/52330">http://e.lanbook.com/book/52330</a>

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)
2. PTC-MathCAD(бессрочно)
3. ASCON-Компас 3D(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -База данных ВИНТИ РАН(бессрочно)
2. -Информационные ресурсы ФГУ ФИПС(бессрочно)

### 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	314 (2)	ПК, проектор для демонстрации презентационных слайдов
Практические	442а	Учебные стенды для проведения практических занятий, комплект

занятия и семинары	(2)	фолий и видеокассеты по гидравлическим средствам автоматики.
Практические занятия и семинары	108 (2)	Учебный стенд гидропривода многоканального резервирования в системе управления летательного аппарата.