

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

«Утверждаю»

Проректор по УМР



Л.О. Штриплинг

23 _____ 2017 год

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине

«Гидропривод летательных аппаратов»

направление подготовки специалистов

24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей

Разработана в соответствии с ООП по направлению подготовки специалистов 24.05.02
Проектирование авиационных и ракетных двигателей.


Программу составил:

к.т.н., доцент


_____ А.Б. Яковлев


Обсуждена на заседании кафедры «Авиа- и ракетостроение» (протокол № 8 от
27. 03. 2017 г.)

Заведующий кафедрой «Авиа- и ракетостроение»,
к.т.н., доцент


_____ А.Б. Яковлев
« 27 » 03 2017 г.

Согласовано:

Руководитель ООП,
заведующий кафедрой «Авиа- и ракетостроение»,
к.т.н., доцент


_____ А.Б. Яковлев
« 27 » 03 2017 г.

1. Цели и задачи дисциплины

Дисциплина «Гидропривод летательных аппаратов» является курсом вариативной части Блока 1 профессиональной подготовки инженера по специальности 24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей.

Цель дисциплины – изучение и глубокое усвоение важнейших теоретических основ и основных принципов проектирования, необходимых специалисту для творческого решения практических задач по созданию и совершенствованию гидравлических приводов (ГП) и гидравлических машин летательных аппаратов (ЛА).

Задачами дисциплины являются: проектирование, расчет и конструирование объемных гидравлических приводов как исполнительных механизмов ЛА, их отдельных агрегатов, а также изучение процессов, происходящих в этих системах.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Гидропривод летательных аппаратов» входит в вариативную часть Блока 1 (Б1) структуры программы специалитета и является курсом, дополняющим базовую (фундаментальную) профессиональную подготовку инженера в том числе для дальнейшего изучения основных дисциплин вариативной части блока Б.1.

Студент, начинающий изучение дисциплины, должен знать базовые математические и общепрофессиональные дисциплины ООП по направлению подготовки специалитета 24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей.

Предшествующие дисциплины: «Высшая математика», «Физика», «Термодинамика и теплопередача», «Механика жидкости и газа», «Системы автоматизированного проектирования», «Введение в ракетно-космическую технику», «Аэродинамика летательных аппаратов».

Дисциплины, изучаемые одновременно: «Прикладная механика», «Пневморивод летательных аппаратов», «Основы устройства и проектирования ракет». «Прочность конструкций», «Испытания и контроль качества изделий», «Технология сборки ракетных двигателей».

Последующие дисциплины: «Топлива и рабочие процессы в авиационных и ракетных двигателях», «Основы теории жидкостных ракетных двигателей», «Пневмогидросистемы и автоматика летательных аппаратов», «Прикладные методы расчета конструкций ракетно-космической техники».

3. Требования к результатам освоения дисциплины

3.1. В результате освоения дисциплины «Гидропривод летательных аппаратов» должны быть сформированы следующие компетенции:

Шифр направления	Формируемая компетенция
24.05.02	способностью принимать участие в работах по расчету и конструированию отдельных деталей и узлов двигателей и энергетических установок ЛА в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования (ПК-1)
	способностью составлять описания принципов действия и устройства проектируемых изделий и объектов с обоснованием принятых технических решений (ПК-5)

3.2. В результате освоения дисциплины студент должен демонстрировать освоение

указанными компетенциями по дескрипторам «знания, умения, владения», соответствующие тематическим модулям дисциплины, и применимые в их последующем обучении и профессиональной деятельности:

знать:

3.1. Основные научно-технические проблемы и перспективы совершенствования приводов ЛА.

3.2. Основные явления, физическую сущность и закономерности процессов, происходящих в гидросистемах.

3.3. Устройство и основы проектирования приводов ЛА и их основных агрегатов.

3.4. Назначение основных систем, принципы их построения, требования предъявляемые к ним.

уметь:

У.1. Использовать теоретические знания для решения задач, возникающих при проектировании приводов ЛА.

У.2. Давать рекомендации и технические предложения по совершенствованию конструкций приводов ЛА и их основных узлов и агрегатов.

У.3. Моделировать физические процессы, происходящие в приводах ЛА.

У.4. Составлять описания конструкции и принципов действия основных узлов и элементов приводов ЛА, а также всего привода в целом.

владеть:

В.1. Навыками совершенствования конструкции, методами оптимального проектирования приводов ЛА.

В.2. Фундаментальными и инженерными методами расчета гидросистем, описания математическими зависимостями их работы.

В.3. Методами математического анализа и моделирования простейших систем и процессов, происходящих в приводах ЛА, с целью проведения необходимых расчетов в рамках построенной модели, в том числе с использованием современных средств компьютерного моделирования.

3.3. Проектируемые результаты и признаки формирования компетенций

Компетентностная модель дисциплины

Индекс компетенции	Проектируемые результаты освоения дисциплины «Гидропривод летательных аппаратов» и индикаторы формирования компетенций			Средства технологии оценки	Технологии формирования компетенции
	Знания (З)	Умения (У)	Навыки (В)		
ПК-1	3.1, 3.2	У.1, У.1	В.2, В.3	Отчеты по лабораторным работам, отчеты по практическим занятиям, устный опрос, РГР, экзамен	1, 2, 3, 4, 5
ПК-5	3.3, 3.4	У.2 У.4	В.1	Отчеты по лабораторным работам, отчеты по практическим занятиям, устный опрос, РГР, экзамен	1, 2, 3, 4, 5

Технологии формирования компетенции:

1 – лекционно-семинарский метод

2 – самостоятельное изучение литературы

- 3 – применение информационных технологий
 4 – использование электронных средств информации
 5 – анализ конкретных производственных ситуаций

4. Объем дисциплины и виды учебной работы в часах и зачетных единицах
Очная форма обучения

Вид занятий	Всего (час. / зач. ед.)	семестры											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Всего аудиторных занятий:	72						72						
Лекции	36						36						
Практические занятия	18						18						
Лабораторные работы	18						18						
Самостоятельная работа:	108						108						
Самостоятельная работа студента													
Самостоятельное изучение материала дисциплины и подготовка к зачетам	88						88						
Курсовая работа (проект)													
Расчетно-графическая работа	20						20						
Домашнее задание													
Количество часов на экзамен	36						36						
Всего по дисциплине	216 / 6						216						
Вид аттестации за семестр (зачет, дифференцированный зачет, экзамен)	Экз						экз						

5. Содержание дисциплины по модулям и видам учебных занятий

5.1. Содержание дисциплины по модулям

1. Основы гидравлики.
2. Объемные гидромашины.
3. Объемный гидропривод.

	Содержание модулей	Форма обучения
		очная
		Кол-во часов (лек/СРС)
1	Модуль 1. Основы гидравлики	8 / 18
	Жидкости и их свойства. Основные понятия и определения гидростатики. Основные физические свойства жидкостей. Жидкости, рассматриваемые в гидравлике. Требования к рабочим жидкостям. Приборы для измерения давления, плотности и вязкости жидкости.	2 / 4
	Основы гидростатики. Гидростатическое давление и его свойства. Основное уравнение гидростатики и его геометрическая интерпретация. Закон Паскаля. Основное уравнение гидростатики в дифференциальной форме. Дифференциальное уравнение равновесия жидкости. Гидростатические машины.	2 / 4
	Силы гидростатического давления и основы плавания тел.	2 / 5

	Относительный покой жидкости. Давление жидкости на плоские поверхности. Давление жидкости на криволинейные поверхности. Закон Архимеда. Основы теории плавания тел.	
	Основы гидродинамики. Основные понятия и определения. Виды движения жидкости. Уравнение неразрывности потока жидкости. Уравнение Бернулли для элементарной струйки идеальной и реальной жидкости. Гидравлические сопротивления. Потери удельной энергии потока жидкости. Явление гидродинамического удара.	2 / 5
2	Модуль 2. Объемные гидромашины	14 / 35
	Основные сведения об объёмных гидромашинах. Основные понятия и определения. Общие свойства объёмных гидромашин. Требования, предъявляемые к гидронасосам летательных аппаратов (ЛА). Основные характеристики объёмных насосов и гидромоторов. Кавитация в насосах.	2 / 5
	Насосы и гидромоторы поршневых типов. Конструкция поршневых насосов. Кинематические зависимости для движения поршня и закон изменения подачи. Неравномерность подачи поршневых насосов и методы её выравнивания. Регулирование подачи.	2 / 5
	Радиально-поршневые насосы и гидромоторы. Конструкция радиально-поршневого насоса. Производительность радиально-поршневого насоса. Число оборотов радиально-поршневого гидромотора. Радиально-поршневой гидромотор многократного действия.	2 / 5
	Аксиально-поршневые насосы и гидромоторы. Конструкция аксиально-поршневых гидромашин. Производительность аксиально-поршневого насоса. Распределение жидкости в аксиально-поршневой гидромашине.	2 / 5
	Пластинчатые насосы и гидромоторы. Конструкция пластинчатого насоса. Расчётная производительность (подача) насоса. Пластинчатые насосы двукратного действия. Расчёт производительности насоса двукратного действия. Пластинчатые гидромоторы.	2 / 5
	Шестерённые и винтовые насосы и гидромоторы. Конструкция шестеренного насоса. Производительность шестерённого насоса. Выбор параметров шестерённого насоса. Шестерённые гидромоторы. Трёхвинтовой насос. Производительность трёхвинтового насоса. Винтовой гидромотор. Двухвинтовой насос.	2 / 5
	Гидроцилиндры. Поворотные гидродвигатели. Конструкция гидроцилиндров. Движущее усилие и скорость поршня. КПД гидроцилиндров. Расчёт гидроцилиндров. Мембранные и сильфонные гидроцилиндры. Конструкция поворотных гидродвигателей. Расчёт крутящего момента и угловой скорости. Многопластинчатые поворотные гидроцилиндры.	2 / 5
3	Модуль 3. Объемный гидропривод	14 / 35
	Общие сведения о гидроприводах. Назначение и состав гидроприводов. Преимущества гидроприводов. Требования, предъявляемые к гидросистемам ЛА. Принцип действия гидроприводов объёмного типа. Основные понятия и определения. Принципиальные схемы гидроприводов.	2 / 5
	Объёмное регулирование гидропривода. Регулирование изменением рабочего объёма насоса. Регулирование изменением рабочего объёма гидромотора. Регулирование изменением	2 / 5

рабочих объёмов насоса и гидромотора.	
Дроссельное регулирование гидропривода. Дроссельное регулирование гидропривода при последовательном включении дросселя. Дроссельное регулирование гидропривода при параллельном включении дросселя.	2 / 5
Устройства управления расходом. Агрегаты распределения жидкости. Общие сведения о дросселях. Типовые схемы дросселей. Расчёт дросселя. Классификация распределителей. Золотниковые распределители. Выбор основных параметров золотника. Сила трения плунжеров. Перекрытие окон золотника. Крановые распределители. Клапанные распределители.	2 / 5
Дополнительные устройства управления. Ограничитель расхода жидкости. Клапаны последовательного включения. Реле давления. Предохранительный клапан. Редукционный клапан. Запорный (обратный) клапан.	2 / 5
Вспомогательные и аварийные устройства. Гидролинии. Гидроёмкости. Дублирующее силовое управление. Способы дублирования управления.	2 / 5
Фильтрация рабочей жидкости. Влияние загрязнения жидкости на работу гидросистемы. Требования к фильтрам. Методы фильтрации. Типы фильтров. Схемы фильтрации.	2 / 5
Итого	36 / 88

5.2. Содержание практических и лабораторных занятий

5.2.1. Содержание практических занятий

Цель практических занятий – закрепление теоретического материала дисциплины, овладение методами решения задач.

	Содержание курса практических занятий	Форма обучения
		очная
		Кол-во часов
1	Модуль 1. Основы гидравлики	6
	Основные законы движения жидкости в трубопроводах. Ламинарное и турбулентное движение.	1
	Расчет гидравлического удара в трубопроводах.	1
	Распределение скоростей по сечению потока.	1
	Расчет потерь давления на трение по длине трубопроводов.	1
	Расчет потерь давления в трубопроводах на местных сопротивлениях.	1
	Гидравлический расчет напорных трубопроводов	1
2	Модуль 2. Объемные гидромашинны	6
	Расчет основных параметров гидронасосов.	2
	Расчет основных параметров гидромоторов.	2
	Расчет основных параметров силовых гидроцилиндров.	2
3	Модуль 3. Объемный гидропривод	6
	Расчет основных параметров дросселирующих устройств.	1
	Расчет основных параметров фильтров.	1
	Расчет дроссельного регулирования выходной мощности гидропривода.	2
	Расчет объемного регулирования выходной мощности гидропривода.	2
	ИТОГО	18

5.2.2. Содержание лабораторных работ

Цель лабораторного практикума – изучение методов экспериментального исследования, приобретение опыта в проведении лабораторных экспериментов, приобретение опыта математической обработки и интерпретации полученных результатов.

	Содержание лабораторного практикума	Форма обучения
		очная
		Кол-во часов
1	Модуль 1. Основы гидравлики	8
	Лабораторный практикум «Определение коэффициента гидравлического сопротивления трения».	4
	Лабораторный практикум «Потери гидродинамического напора в местных сопротивлениях».	4
2	Модуль 2. Объемные гидромашин	2
	Лабораторный практикум «Расчет силового гидроцилиндра, нагруженного постоянной силой».	2
3	Модуль 3. Объемный гидропривод	8
	Лабораторный практикум «Гидравлический удар в трубопроводе».	4
	Лабораторный практикум «Характеристики фильтра гидросистемы».	4
	ИТОГО	18

6. Образовательные технологии

6.1. Для достижения планируемых результатов освоения дисциплины используются следующие образовательные технологии:

1. Лекционно-семинарский метод.
2. Самостоятельное изучение литературы.
3. Применение информационных технологий.
4. Использование электронных средств информации.
5. Анализ конкретных производственных ситуаций

Методы	Лекция	Лабораторные работы	Практические занятия	СРС
Метод ИТ	+		+	+
Работа в команде		+	+	
Case-study			+	
Проблемное обучение	+	+		
Контекстное обучение	+		+	
Обучение на основе опыта		+	+	+
Индивидуальное обучение				+
Междисциплинарное обучение	+		+	+
Опережающая самостоятельная работа		+	+	+

6.2. Интерактивные формы обучения (в соответствии с положением П ОмГТУ 75.03-2012. «Об использовании в образовательном процессе активных и интерактивных форм проведения учебных занятий»)

№	Семестр, модуль	Применяемые технологии интерактивного обучения	Кол-во ауд. часов
1	6 семестр Модуль 1, 2, 3	Лекции Проблемное обучение, метод ИТ.	6
2	6 семестр Модуль 1, 2, 3	Лабораторные работы Работа в команде (малых группах). Опережающая самостоятельная работа с применением информационных ресурсов	2
3	6 семестр Модуль 1, 2, 3	Практические занятия Метод ИТ, работа в команде, Case-study	2
4	6 семестр Модуль 1, 2, 3	СРС Опережающая самостоятельная работа с применением информационных ресурсов, индивидуальное обучение (РГР). Проектный метод.	6
ИТОГО			16

Примечание: Объем часов занятий в интерактивной форме обучения (согласно П ОмГТУ 75.03-2012) должно составлять (20-40) % от объема часов аудиторных занятий.

7. Самостоятельная работа студентов (указываются все виды работ в соответствии с учебным планом)

Самостоятельная работа направлена на закрепление и углубление полученных теоретических и практических знаний, развитие навыков практической работы.

7.1. Объем СРС и распределение по видам учебных работ в часах

Вид СРС	Количество часов*										
	семестры										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1. Самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.						52					
2. Подготовка к практическим занятиям						18					
3. Подготовка к лабораторным работам						18					
4. Выполнение РГР						20					
Всего						108					
ИТОГО по дисциплине	108										

* - Распределение часов на выполнение СРС проведено на основе личного опыта преподавателя и рекомендаций учебника «Управление факультетом». – С. 236 – 237. (Под. Ред. С. Д. Резника. – М.: ИНФРА-М, 2008. – 696 с.).

7.2. Расчетно-графическая работа по модулям:

Модуль 3.

Тема РГР - «Динамический расчет пневмопривода, нагруженного постоянной силой».

8. Методическое обеспечение системы оценки качества освоения программы дисциплины

К промежуточной аттестации студентов по дисциплине «Гидропривод летательных аппаратов» могут привлекаться в качестве внешних экспертов: представители работодателя – работники предприятий.

8.1. Фонды оценочных средств (в соответствии с П ОмГТУ 73.05 «О фонде оценочных средств по дисциплине»)

Фонд оценочных средств позволяет оценить знания, умения и уровень приобретенных компетенций.

Фонд оценочных средств по дисциплине включает:

- вопросы к экзамену;
- варианты РГР;
- вопросы и задания для практических занятий;
- вопросы для защиты лабораторных работ;
- тесты.

Оценка качества освоения программы дисциплины включает текущий контроль успеваемости, промежуточную аттестацию, итоговую аттестацию в форме экзамена.

Студентам предоставлена возможность оценивания содержания, организации и качества учебного процесса.

8.2. Контрольные вопросы по дисциплине

Модуль 1

1. Основные понятия и определения гидростатики. Рабочие жидкости гидросистем и их свойства.

2. Жидкости, рассматриваемые в гидравлике. Приборы для измерения основных характеристик жидкости.

3. Основы гидростатики.

4. Дифференциальное уравнение равновесия жидкости. Гидростатические машины.

5. Силы гидростатического давления.

6. Основы теории плавания тел.

7. Основы гидродинамики.

8. Уравнение Бернулли для элементарной струйки идеальной и реальной жидкости.

9. Гидравлические сопротивления.

10. Местные гидравлические сопротивления. Гидроудар.

Модуль 2

11. Основные сведения об объемных гидромашинах.

12. Основные характеристики объемных гидромашин.

13. КПД нерегулируемого гидропривода. Кавитация.

14. Насосы и гидромоторы поршневых типов.

15. Радиально-поршневые и аксиально-поршневые насосы и гидромоторы.

16. Пластинчатые насосы и гидромоторы.

17. Шестеренные насосы и моторы.

18. Винтовые насосы и моторы.

19. Силовые гидроцилиндры.

20. Гидродвигатели возвратно-поворотного движения выходного звена.

Модуль 3

21. Назначение и принцип работы гидропривода.

22. Общие сведения о гидроприводах.

23. Объемное регулирование выходной скорости гидропривода.

24. Дроссельное регулирование выходной скорости гидропривода.

25. Устройства управления расходом.

26. Агрегаты распределения жидкости.

27. Дополнительные устройства управления.

28. Предохранительные и переливные клапаны.

29. Вспомогательные устройства.

30. Фильтрация рабочей жидкости.

9. Ресурсное обеспечение дисциплины

9.1. Материально-техническое обеспечение дисциплины

9.1.1. Современные приборы, установки (стенды), необходимость специализированных лабораторий и классов

Изучение курса происходит в специализированной лаборатории, оборудованной двигательными установками и стендами с элементами РКТ и блоками ракетного комплекса.

Ауд. 3-106

Демонстрационный зал (наглядные пособия: изделие 8К51, изделие РН2)

Ауд. 4-500

Демонстрационный зал. Наглядное пособие: 4 камеры изделия РД-214, изделие РД-214, изделие ГТД-3М.

Ауд. 3-206

Мультимедийная лаборатория «Пневмогидросистемы» (макеты узлов и агрегатов автоматики ПГС РКТ, мультимедийное оборудование: проектор, ноутбук, экран)

Ауд. 3-307

Вычислительный класс, 10 ПК.

9.1.2. Технические средства обучения и контроля

1. Использование учебных плакатов по разделам дисциплины.
2. Демонстрация элементов гидропривода, макетов и элементов РКТ, изготовленных в металле.
3. Применение раздаточного материала в виде ксерокопий по разделам дисциплины.
4. Демонстрация учебных слайдов по разделам дисциплины.
5. Мультимедийные аудитории.

9.1.3. Вычислительная техника

ЭВМ используется на всех этапах учебного процесса:

1. Работа студентов с типовыми программами по решению отдельных задач с выбором оптимального варианта решения.
2. Выполнение отдельных видов расчетов РГР с применением возможностей расчетных и графических редакторов.

9.2. Учебно-методическое и информационное обеспечение

9.2.1. Основная литература

1. Аверьянов, Г.С. Гидравлический привод летательных аппаратов: гидравлика и гидромашины: учеб. пособие / Г.С. Аверьянов, В.Ю. Куденцов, А.Б. Яковлев. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2010. - 80 с.

2. Нагорный, В.С. Средства автоматики гидро- и пневмосистем / В. С. Нагорный. - СПб. и др.: Изд-во Лань, 2014. - 441 с.

3. Яковлев, А.Б. Гидравлические приводы летательных аппаратов [Электронный ресурс] : учеб. электрон. изд. локального распространения : учеб. пособие / А. Б. Яковлев ; ОмГТУ. - Омск : Изд-во ОмГТУ, 2013. - 1 о=эл. опт. диск (CD-ROM)

9.2.2. Дополнительная литература

1. Аэрогидрогазодинамика: лабораторный практикум / сост. В.И. Кузнецов, А.Б. Яковлев, О.Л. Прусова. - Омск: Изд-во ОмГТУ, 2011. - 52 с.

- ✓2. Гидравлический привод летательных аппаратов: сборник задач / сост. А.Б. Яковлев. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2011. - 48 с.
- ✓3. Гидравлический привод: лабораторный практикум / сост. В.Ю. Куденцов, А.Б. Яковлев - Омск: Изд-во ОмГТУ, 2009. - 56 с.
- ✓4. Гидравлический привод летательных аппаратов [Электронный ресурс] : лаб. практикум / Минобрнауки России, ОмГТУ; [сост. В. Ю. Куденцов, В. И. Кузнецов, О. Л. Прусова, А. Б. Яковлев]. - Электрон. текст. дан. (728 Кб). - Омск: Изд-во ОмГТУ, 2015. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).
- ✓5. Гидродинамика [Электронный ресурс] : лаб. практикум / Минобрнауки России, ОмГТУ; [сост. В. И. Кузнецов, А. Б. Яковлев, В. Ю. Куденцов, О. Л. Прусова]. - Электрон. текст. дан. (704 Кб). - Омск: Изд-во ОмГТУ, 2015. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).
- ✓6. Динамический расчет пневмопривода, нагруженного постоянной силой: методические указания к расчетно-графической работе по дисциплине «Гидропривод» / сост. А.Б. Яковлев. - Омск: Изд-во ОмГТУ, 2009. - 20 с.
- ✓7. Наземное технологическое оборудование для подготовки изделий ракетно-космической техники [Текст] : учеб. пособие / В. Н. Блинов [и др.], 2010. - 247 с.
- ✓8. Основы проектирования стартовых ракетных комплексов [Электронный ресурс] : учеб. электрон. изд. локального распространения : учеб. пособие / В. Г. Цысс, В. В. Шалай, М. Ю. Сергаева ; ОмГТУ. - Омск : Изд-во ОмГТУ, 2013. - 1 о=эл. опт. диск (CD-ROM).

9.2.3. Периодические издания

- ✓1. Авиационные и ракетные двигатели: ЭРЖ. 1997-2014.
- ✓2. Авиация и космонавтика вчера, сегодня, завтра. 2006-2014.
- ✓3. Известия высших учебных заведений. Авиационная техника. 1995-2016.
- ✓4. Известия Российской Академии наук. Механика жидкости и газа. 2002-2014.
- ✓5. Ракетостроение и космическая техника: ЭРЖ. 1997-2016.

9.2.4. Информационные ресурсы

1. ЭБС «АРБУЗ».
2. Научная электронная библиотека elibrary.ru.
3. «Integrum».
4. Springer.

К.О.

Согласовано:

Библиотека ОмГТУ

Т.А.С. / Т.А.С. / Т.А.С.

(штамп КО и подпись зам. директора библиотеки)