ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Декан факультета
Аэрокосмический

ЮУрГУ
Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Фёдоров В. Б.
Пользователь: fedorovvb
Дата подписания: 11.03.2021

В. Б. Фёдоров

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины В.1.14 Пневмогидравлические системы двигателей летательных аппаратов
для специальности 24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей
уровень специалист **тип программы** Специалитет
специализация Проектирование жидкостных ракетных двигателей
форма обучения очная
кафедра-разработчик Двигатели летательных аппаратов

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей, утверждённым приказом Минобрнауки от 16.02.2017 № 141

Зав.кафедрой разработчика,
д.техн.н., проф.

ЮУрГУ
Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Ваулин С. Д.
Пользователь: vaulinsd
Дата подписания: 17.11.2020

С. Д. Ваулин

Разработчик программы,
старший преподаватель

ЮУрГУ
Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Зарницына Е. А.
Пользователь: zarnitcynaea
Дата подписания: 17.11.2020

Е. А. Зарницына

Челябинск

1. Цели и задачи дисциплины

Цели дисциплины: формирование системы профессиональных знаний и практических навыков по разработке и описанию работы пневмогидравлических систем двигателей летательных аппаратов. Задачи дисциплины: формулирование целей проекта, путей решения задач, критериев и показателей достижения целей, построение структуры их взаимосвязей, выявление приоритетов решения задач с учетом нравственно-экологических аспектов деятельности; разработка обобщенных вариантов решения проблемы, анализ этих вариантов, прогнозирование последствий, нахождение компромиссных решений в условиях многокритериальности, неопределенности, планирование реализации проекта; разработка проектов двигателей и энергоустановок ЛА с учетом физико-механических, технологических, экологических и экономических параметров; использование современных информационных технологий при разработке новых изделий и математическом моделировании процессов в авиационных и ракетных двигателях; разработка технических условий и технических описаний.

Краткое содержание дисциплины

Полетные задачи летательного аппарата и системы управления процессами функционирования ДУ. Системы наддува топливных баков, запусуа и останова и регулирования ДУ. Элементы автоматики систем управления ЖРДУ: регуляторы, редукторы, конечные автоматы. Разработка ПГС ЖРДУ. Элементная база ПГС ЖРДУ в САПР.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУНы)
ПК-5 способностью составлять описания принципов действия и устройства проектируемых изделий и объектов с обоснованием принятых технических решений	Знать:Знать:- теорию и расчетные методики по проектированию жид¬костных ракетных двигателей; - основные виды жидких ракетных топлив; - основные характеристики рабочих процессов в ЖРД; - виды ЖРДУ и их назначение в составе летательного аппарата; - основы автоматического управления и принципы регулирования ЖРД; - методы проектирования технологических процессов производства ракетных двигателей; - методы испытаний и отработки ЖРД; Уметь:• - применять компьютерные технологии для разработки ракетных двигателей и их от-дельных узлов; • - рассчитывать основные характеристики ЖРД и ЖРДУ их узлов и агрегатов; • - конструировать ЖРД и ЖРДУ, их узлы и агрегаты; • - формулировать задания для расчета и конструирования ЖРД и ЖРДУ их узлов и агрегатов; • - рассчитывать основные характеристики и разрабатывать технологические процессы производства ЖРД; Владеть:• - понятийным аппаратом ЖРД и

	ЖРДУ; • - методами проведения комплексного технико-экономического анализа для обоснованного принятия решений; • - методами испытаний и вопросами обеспечения надежности; методами математического моделирования ЖРД; • - техникой расчета и конструирования ЖРД и ЖРДУ их узлов и агрегатов с использованием информационных технологий.
	Уметь:Уметь:• - применять компьютерные технологии для разработки ракетных двигателей и их от-дельных узлов; • - рассчитывать основные характеристики ЖРД и ЖРДУ их узлов и агрегатов; • - конструировать ЖРД и ЖРДУ, их узлы и агрегаты; • - формулировать задания для расчета и конструирования ЖРД и ЖРДУ их узлов и агрегатов;
	Владеть:
ПСК-3.1 способностью рассчитывать и проектировать узлы и агрегаты системы подачи компонентов топлива в камеру сгорания ЖРД	Знать:- теорию и расчетные методики по проектированию жид¬костных ракетных двигателей; - основные виды жидких ракетных топлив; - основные характеристики рабочих процессов в ЖРД; - виды ЖРДУ и их назначение в составе летательного аппарата; - основы автоматического управления и принципы регулирования ЖРД; - методы проектирования технологических процессов производства ракетных двигателей; - методы испытаний и отработки ЖРД;
	Уметь:• - применять компьютерные технологии для разработки ракетных двигателей и их от-дельных узлов; • - рассчитывать основные характеристики ЖРД и ЖРДУ их узлов и агрегатов; • - конструировать ЖРД и ЖРДУ, их узлы и агрегаты; • - формулировать задания для расчета и конструирования ЖРД и ЖРДУ их узлов и агрегатов; • - рассчитывать основные характеристики и разрабатывать технологические процессы производства ЖРД;
	Владеть:• - понятийным аппаратом ЖРД и ЖРДУ; • - методами проведения комплексного технико-экономического анализа для обоснованного принятия решений; • - методами испытаний и вопросами обеспечения надежности; методами математического моделирования ЖРД; • - техникой расчета и конструирования ЖРД и ЖРДУ их узлов и агрегатов с использованием информационных технологий.

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Б.1.29 Гидрогазодинамика авиационных и	Б.1.35 Системы питания жидкостных ракетных

ракетных двигателей, В.1.11 Конструкции летательных аппаратов, Б.1.23 Механика жидкости и газа	двигателей, Б.1.34 Испытания жидкостных ракетных двигателей

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

Дисциплина	Требования
Б.1.29 Гидрогазодинамика авиационных и ракетных двигателей	Знать основные законы газовой динамики; Уметь их применять; Обладать навыками решения задач
Б.1.23 Механика жидкости и газа	Знать основы механики жидкости и газа; Уметь их применять; Обладать навыками анализа полученных результатов.
В.1.11 Конструкции летательных аппаратов	Знать устройство ЛА

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		8
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108
Аудиторные занятия:	48	48
Лекции (Л)	16	16
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	16	16
Самостоятельная работа (СРС)	60	60
Проработка лекционного материала	60	60
Вид итогового 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	Общие сведения	2	2	0	0
2	Устройство ПГС	20	4	6	10
3	Агрегаты и коммуникации ПГС	16	4	8	4
4	Топливные баки	6	2	2	2
5	Рабочие процессы в ПГС	4	4	0	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во

			часов
1	1	1.1. Основные понятия и определения. 1.2. Функциональный состав ПГС. 1.3. Классификация и требования	2
2	2	2.1. Топливная система. 2.2. Система заправки. 2.3. Система наддува топливных баков	4
3	3	3.1. Клапаны: 3.1.1. Запорные клапаны. 3.1.2. Распределительные клапаны. 3.1.3. Предохранительные клапаны. 3.1.4. Регулирующие клапаны	3
4	3	3.2. Трубопроводы: 3.2.1. Сильфоны, гибкие трубопроводы. 3.2.2. Соединения трубопроводов	1
5	4	4.1. Типы баков. 4.2. Заборные устройства: 4.2.1. Гидравлический невыработанный остаток. 4.2.2. Типы заборных устройств. 4.2.3. Заборные устройства сложной формы	2
6	5	5.1. Запуск. 5.2. Останов	4

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	2	Разработка ПГС изделия	6
2	3	Расчет клапанов	5
3	3	Расчет трубопровода	3
4	4	Ориентировочный расчет баков	2

5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	2	ПГС изделия 4К-50	2
2	2	ПГС изделия 4К-55	2
3	2	ПГС РД-107	2
5	2	ПГС изделия 8К-99	2
7	2	ПГС РД-0120	2
6	3	Конструкции клапанов: запорные, распределительные, предохранительные клапаны, регулирующие клапаны	4
8	4	Конструкции топливных баков и заборных устройств	2

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС		
Вид работы и содержание задания	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц)	Кол-во часов
Проработка лекционного материала	См. основную и дополнительную литературу	60

6. Инновационные образовательные технологии, используемые в учебном процессе

Инновационные формы учебных занятий	Вид работы (Л, ПЗ, ЛР)	Краткое описание	Кол-во ауд. часов
Обучение работе в команде над	Лабораторные	Выбор и обоснование	10

комплексном решением практических задач	занятия	конструктивно-технологических схем	

Собственные инновационные способы и методы, используемые в образовательном процессе

Инновационные формы обучения	Краткое описание и примеры использования в темах и разделах
Проведение практических занятий с использованием мультимедийных пособий	Выполняются расчеты различных конструктивных решений и проводится сравнительный их анализ

Использование результатов научных исследований, проводимых университетом, в рамках данной дисциплины: Использование результатов научных исследований, проводимых университетом, в рамках данной дисциплины: нет

7. Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.1. Паспорт фонда оценочных средств

Наименование разделов дисциплины	Контролируемая компетенция ЗУНы	Вид контроля (включая текущий)	№№ заданий
Все разделы	ПСК-3.1 способностью рассчитывать и проектировать узлы и агрегаты системы подачи компонентов топлива в камеру сгорания ЖРД	Зачет (включая текущий)	1-10
Все разделы	ПК-5 способностью составлять описания принципов действия и устройства проектируемых изделий и объектов с обоснованием принятых технических решений	Зачет (включая текущий)	1-10

7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

Вид контроля	Процедуры проведения и оценивания	Критерии оценивания
Зачет (включая текущий)	При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179): КТ-1-5 - вопросы по темам 1-5, КТ-6-10 - защита лабораторных работ. Письменные ответы на вопросы по КТ. Время подготовки 0,5 часа по каждой теме. Зачет формируется в системе "Электронный ЮУрГУ" из оценок по КТ, посещаемости, доклада: коэффициент КТ1-10 - 1, коэффициент посещаемости - 0,5, коэффициент доклада - 1. Доклад по желанию студента.	Зачтено: Более 70% Не зачтено: Менее 69,9%

7.3. Типовые контрольные задания

Вид контроля	Типовые контрольные задания
Зачет (включая текущий)	Вопросы по лабораторным работам - хранятся в методическом кабинете 242/2 Тема 1 1. Определение ПГС. 2. Определение ступень. 3. Состав топливной системы.

	4. Состав системы заправки. 5. Состав системы наддува. 6. Требования к ПГС (не менее 5) Тема 2 1. Системы подачи компонентов, рис одной из систем. 2. Способы разделения жидкости и газа (перечислить) 3. Достоинства и недостатки одного из способов разделения жидкости и газа. 4. Требования, предъявляемые к системам заправки. 5. Работа газобаллонной системы наддува (схема, описание). 6. Работа системы наддува, использующая летучие жидкости (схема, описание) 7. Химический наддув Тема 3 Вопросы 1. На чем основан принцип действия предохранительных клапанов. 2. При каких условиях применяют шариковые клапаны? 3. Чем определяется герметичность тарельчатых клапанов? 4. Почему устанавливаются обратные клапан, несмотря на то, что они создают значительные потери в магистрале? 5. Принцип действия регулирующего клапана непосредственного действия? 6. Принцип действия регулирующего клапана косвенного действия? Тема 4 1. Чем определяется взаимное расположение баков О и Г? 2. Что существенно влияет на выбор конструкции баков? 3. Назначение заборного устройства 4. Почему наблюдается кавитация с заборном устройстве? 5. Как уменьшить тепловой остаток топлива? Тема 5 1. Основное отличие процесса запуска от других этапов работы ДУ. Большие градиенты изменения параметров 2. Чем характеризуется процесс запуска? Время протекания 3. Виды запусков 4. Какой вид запуска характерен для двигателей больших тяг? Почему? 5. Как уменьшить время полного запуска ТНА? 6. ИПД 7. Опасности протекания рабочих процессов при останове (перечислить, одну из опасностей описать). 8. Мероприятия по уменьшению ИПД (не менее 3). 9. Мероприятия для безопасного останова (не менее 3).

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Добровольский, М. В. Жидкостные ракетные двигатели. Основы проектирования Текст учеб. для вузов по направлению"Авиа-и ракетостроение", специальности "Ракет. двигатели" "Двигатели летат. аппаратов" М. В. Добровольский : под ред. Д. А. Ягодникова. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2006. - 486, [1] с. ил.
2. Козлов, А. А. Системы питания и управления жидкостных ракетных двигательных установок Учеб. для авиадвигателестроит. спец. вуза. - М.: Машиностроение, 1988. - 352 с. ил.

б) дополнительная литература:

1. Шевяков, А. А. Теория автоматического управления ракетными двигателями Текст Под ред. А. А. Шевякова. - М.: Машиностроение, 1978. - 288 с. ил.
2. Пневмогидравлические системы двигательных установок с жидкостными ракетными двигателями Текст Под ред. В. Н. Челомея. - М.: Машиностроение, 1978. - 239 с. ил.
3. Полухин, Д. А. Отработка пневмогидросистем двигательных установок ракет-носителей и космических аппаратов с ЖРД. - М.: Машиностроение, 1987. - 248 с. ил.

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

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. 1. Ваулин С.Д. Пневмогидравлические системы ракет морского базирования: учебное пособие / С.Д. Ваулин, Б.Г. Дегтярь, Е.В. Сафонов. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2010. – 62 с. 2. Дегтярь Б.Г. Оптимальные давления двигателя высокого давления на жидком топливе: учебное пособие / Б.Г. Дегтярь. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2011. – 52 с.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование разработки	Наименование ресурса в электронной форме	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
1	Основная литература	Ракетно-космическая техника. Машиностроение. Энциклопедия. Т. IV-22 В двух книгах. Книга первая. [Электронный ресурс] : энцикл. / А.П. Аджян [и др.]. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2012. — 925 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/5808 — Загл. с экрана.	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный
2	Дополнительная литература	Чернышев, А.В. Расчет и конструирование агрегатов пневматических и пневмогидравлических систем. Пневмосистемы. Источники сжатого газа. [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. — 50 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/52154 — Загл. с экрана.	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный
3	Основная литература	Кравченко, Д. Г. Устройство двигателя РД-107 : учебное пособие / Д. Г. Кравченко, Ю. В. Анискевич, А. М. Лабанова. — Санкт-	Электронно-библиотечная система	Интернет / Авторизованный

		Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2018. — 27 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/122068 (дата обращения: 05.10.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	издательства Лань	
4	Основная литература	Агрегаты регулирования жидкостных ракетных двигательных установок : учебное пособие / Ю. И. Васютин, И. А. Смирнов, Д. А. Ягодников [и др.]. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : МГТУ им. Баумана, 2017. — 223 с. — ISBN 978-5-7038-4633-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/106259 (дата обращения: 05.10.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный

9. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса

Перечень используемого программного обеспечения:

Нет

Перечень используемых информационных справочных систем:

Нет

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лабораторные занятия	100 (2в)	Натурные изделия
Лекции	244 (2)	Стенды, макеты
Практические занятия и семинары	244 (2)	не требуется