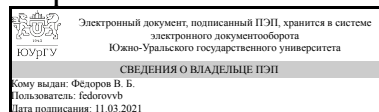


УТВЕРЖДАЮ:  
Декан факультета  
Аэрокосмический



В. Б. Фёдоров

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины** ДВ.1.05.02 Аппараты передачи тепла двигателей летательных аппаратов

**для специальности** 24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей

**уровень специалист тип программы** Специалитет

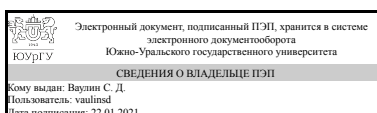
**специализация** Проектирование жидкостных ракетных двигателей

**форма обучения** очная

**кафедра-разработчик** Двигатели летательных аппаратов

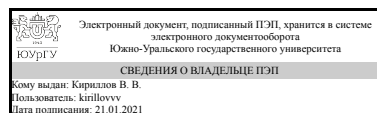
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей, утверждённым приказом Минобрнауки от 16.02.2017 № 141

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



С. Д. Вавлин

Разработчик программы,  
д.техн.н., доц., профессор



В. В. Кириллов

## 1. Цели и задачи дисциплины

Представление обучающимися знаний о методах расчета и проектирования аппаратов передачи тепла двигателей летательных аппаратов

## Краткое содержание дисциплины

Конструкции, схемы и методы проектирования аппаратов передачи тепла двигателей летательных аппаратов

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

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУНы)
ПСК-3.4 способностью разрабатывать эффективные системы охлаждения, обеспечивающие надежный режим работы теплонапряженных узлов и деталей жидкостных ракетных двигателей и энергетических установок, а также высокоэффективные теплообменные аппараты в составе жидкостных ракетных двигательных установок	Знать: основные физические положения, конструкцию, методы проектирования аппаратов передачи тепла двигателей летательных аппаратов
	Уметь: применять физико-математические методы моделирования и расчета при анализе рабочего процесса в аппаратах передачи тепла двигателей летательных аппаратов
	Владеть: навыками проведения тепловых и газодинамических расчетов рабочего процесса в аппаратах передачи тепла двигателей летательных аппаратов

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Б.1.24 Термодинамика и теплопередача, Б.1.06 Физика, Б.1.05.02 Математический анализ	Б.1.39 Конструирование 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.1.06 Физика	Знать основные физические законы, уметь применять физические модели для описания рабочих процессов, владеть физическими методами моделирования
Б.1.24 Термодинамика и теплопередача	Знать механизмы переноса тепла, уметь рассчитывать процессы теплообмена, владеть методами анализа тепловых процессов
Б.1.05.02 Математический анализ	Знание основных законов математики, уметь применять математические методы, владеть методами решения технических задач

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч.

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		6	
Общая трудоёмкость дисциплины	144	144	
<i>Аудиторные занятия:</i>	64	64	
Лекции (Л)	32	32	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	16	16	
Лабораторные работы (ЛР)	16	16	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	80	80	
Работа с конспектом лекций и раздаточным материалом	10	10	
Выполнение семетрового задания на тему: Проектирование аппаратов передачи тепла двигателей летательных аппаратов	70	70	
Вид итогового контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен	

#### 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Общие сведения об аппаратах передачи тепла	4	4	0	0
2	Расчеты аппаратов передачи тепла	48	18	16	14
3	Основные элементы и материалы аппаратов передачи тепла	6	4	0	2
4	Испытания и ремонт аппаратов передачи тепла	2	2	0	0
5	Изготовление аппаратов передачи тепла	4	4	0	0

##### 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Типы аппаратов передачи тепла и их место в конструкциях двигателей летательных аппаратов	2
2	1	Схемы аппаратов передачи тепла	2
3	2	Определение коэффициента теплопередачи	3
4	2	Тепловой расчет	4
5	2	Гидравлический расчет	3
6	2	Компоновочный расчет	4
7	2	Проектный расчет	4
8	3	Конструктивные элементы (решетки, трубки, перегородки, крышки и пр.)	2
9	3	Материалы, применяемые для изготовления элементов аппаратов передачи тепла	2
10	4	Испытания (виды, описание)	1

11	4	Этапы ремонта	1
12	5	Этапы изготовления (описание)	4

## 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	2	Расчет коэффициентов теплоотдачи	4
2	2	Расчет коэффициентов теплопередачи, применение уравнения теплового баланса	2
3	2	Расчет гидравлических сопротивлений	3
4	2	Элементы компоновочного расчета (расчет количества трубок и их длины, пр.)	3
5	2	Элементы проектного расчета	4

## 5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	2	Прямоточный аппарат	3
2	2	Противоточный аппарат	3
3	2	Пластинчатый аппарат	4
4	2	Труба в трубе	4
5	3	Компактный аппарат (дисковый)	2

## 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС		
Вид работы и содержание задания	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц)	Кол-во часов
Выполнение семестрового задания на тему "Проектирование аппарата передачи тепла двигателей летательных аппаратов" (по вариантам)	См. основную и дополнительную литературу	70
Работа с конспектом лекций	Конспект лекций, раздаточный материала	10

## 6. Инновационные образовательные технологии, используемые в учебном процессе

Инновационные формы учебных занятий	Вид работы (Л, ПЗ, ЛР)	Краткое описание	Кол-во ауд. часов
Визуализация лекционного материала	Лекции	Видеоматериалы по темам 1, 4, 5	2

## Собственные инновационные способы и методы, используемые в образовательном процессе

Не предусмотрены

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-3.4 способностью разрабатывать эффективные системы охлаждения, обеспечивающие надежный режим работы теплонапряженных узлов и деталей жидкостных ракетных двигателей и энергетических установок, а также высокоэффективные теплообменные аппараты в составе жидкостных ракетных двигательных установок	Экзамен	1-21

### 7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

Вид контроля	Процедуры проведения и оценивания	Критерии оценивания
Экзамен	При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179): КТ-1-7 - вопросы по темам 1-7, КТ-8-11 - задачи по темам 1, 2, 3, 5. Письменные ответы на вопросы по каждой теме (не менее 2 вопросов), решение одной задачи по каждой теме. Время подготовки 0,5 часа по каждой теме. Оценка за экзамен формируется в системе "Электронный ЮУрГУ" из оценок по КТ, посещаемости, доклада: коэффициент КТ1-11 - 1, коэффициент посещаемости - 0,5, коэффициент доклада - 1. 100-85% - отлично, 84-70% - хорошо, 69-51% - удовлетворительно. Доклад по желанию студента. При наборе менее 50,9%, студент сдает письменный экзамен по всем пройденному курсу во время экзаменационной сессии.	Отлично: 100-85% Хорошо: Хорошо: 84-70% Удовлетворительно: Удовлетворительно: 69-51% Неудовлетворительно: Менее 50,9%

### 7.3. Типовые контрольные задания

Вид контроля	Типовые контрольные задания
Экзамен	3. Регенеративные аппараты передачи тепла. 16. Материалы аппарата передачи тепла. 5. Тепловой конструктивный расчёт рекуперативного аппарата передачи тепла. 21. Схемы организации движения теплоносителей. 13. Определение средней разности температур аппарата передачи тепла с перекрёстным током. 9. Требования к теплоносителям 1. Классификация аппаратов передачи тепла. 12. Тепловой расчёт пластинчатых теплообменников. 4. Виды теплоносителей. 18. Тепловой расчёт регенеративного теплообменника

<p>14. Последовательность проектирования аппарата передачи тепла.  7. Компонентный расчёт аппарата передачи тепла.  8. Гидравлический расчёт рекуперативного аппарата передачи тепла.  11. Виды гидравлических сопротивлений.  17. Содержание прочностного расчёта аппарата передачи тепла.  2. Рекуперативные аппараты передачи тепла.  20. Устройство тепловой трубы.  10. Проектный тепловой расчёт аппарата передачи тепла  6. Поверочный тепловой расчёт рекуперативного аппарата передачи тепла.  15. Аппараты передачи тепла периодического действия.  19. Принцип действия контактного теплообменника.</p>
--

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Теплоэнергетика и теплотехника Кн. 1 Общие вопросы Справ. М. С. Алхутов, А. А. Амосов, Т. Ф. Басов и др.; Под общ. ред.: А. В. Клименко, В. М. Зорина. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Издательство МЭИ, 1999. - 527 с. ил.
2. Теплоэнергетика и теплотехника Текст Кн. 2 Теоретические основы теплотехники. Теплотехнический эксперимент / А. А. Александров и др. справочник : в 4 кн. под общ. ред. А. В. Клименко, В. М. Зорина. - 4-е изд., стер. - М.: Издательский дом МЭИ, 2007. - 561 с. ил.
3. Теплоэнергетика и теплотехника Текст Кн. 4 Промышленная теплоэнергетика и теплотехника / Б. Г. Борисов и др. справочник : в 4 кн. Б. Г. Борисов и др.; под общ. ред. А. В. Клименко, В. М. Зорина. - 4-е изд., стер. - М.: Издательский дом МЭИ, 2007. - 630 с. ил.
4. Бакластов, А. М. Промышленная теплоэнергетика и теплотехника Кн. 4 Справочник Под общ. ред. В. А. Григорьева, В. М. Зорина. - 2-е изд., перераб. - М.: Энергоатомиздат, 1991. - 586 с. ил.
5. Исаченко, В. П. Теплопередача Учебник для теплоэнерг. спец. вузов. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Энергоиздат, 1981. - 417 с. ил.

#### б) дополнительная литература:

1. Шашкин, В. Ю. Расчет и выбор теплообменного оборудования Текст учеб. пособие для самостоят. работы В. Ю. Шашкин ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Пром. теплоэнергетика ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2007. - 27, [1] с. ил.
2. Шашкин, В. Ю. Расчет регенеративных теплообменных аппаратов Учеб. пособие В. Ю. Шашкин, Е. В. Торопов; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Пром. теплоэнергетика; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2006. - 39, [1] с. ил.
3. Шашкин, В. Ю. Усовершенствование процессов теплообмена в насадках регенеративных теплообменных аппаратов Текст монография В. Ю. Шашкин ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Пром. теплоэнергетика ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2012. - 88, [1] с. ил.
4. Бажан, П. И. Справочник по теплообменным аппаратам Текст. - М.: Машиностроение, 1989. - 366 с. ил.

5. Идельчик, И. Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям  
Под ред. М. О. Штейнберга. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение,  
1992. - 672 с. ил.

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

1. Теплоэнергетика

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Шашкин, В.Ю. Расчет в выбор теплообменного оборудования:  
учеб. пособие для самостоят. работы / В.Ю. Шашкин: ЮУрГУ, каф. ПТЭ;  
ЮУрГУ, Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2007, 27 с.: ил.

*из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:*

2. Шашкин, В.Ю. Расчет в выбор теплообменного оборудования:  
учеб. пособие для самостоят. работы / В.Ю. Шашкин: ЮУрГУ, каф. ПТЭ;  
ЮУрГУ, Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2007, 27 с.: ил.

### Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование разработки	Наименование ресурса в электронной форме	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
1	Основная литература	Баннх О.П. Основные конструкции и тепловой расчет теплообменников	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный
2	Дополнительная литература	Бродов Ю.М., Аронсон К.Э., Рябчиков А.Ю., Ниренштейн М.А. Справочник по теплообменным аппаратам паротурбинных установок	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
Контроль самостоятельной работы	223 (2)	Не требуется
Лекции	306 (2)	Мультимедиа (ПК, экран, проектор, документ - камера)
Экзамен	240 (2)	Не требуется
Лабораторные занятия	101 (2)	Теплогидравлические стенды
Практические занятия и семинары	240 (2)	Обучающие плакаты, схемы