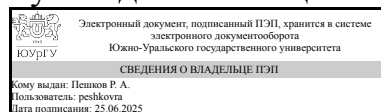


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель специальности



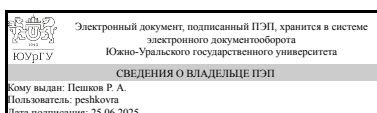
Р. А. Пешков

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.О.29 Теплообмен в авиационных и ракетных двигателях
для специальности 24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей
уровень Специалитет
форма обучения очная
кафедра-разработчик Двигатели летательных аппаратов

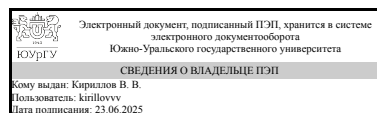
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей, утверждённым приказом Минобрнауки от 12.08.2020 № 979

Зав.кафедрой разработчика,
к.техн.н., доц.



Р. А. Пешков

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



В. В. Кириллов

1. Цели и задачи дисциплины

Представление обучающимся знаний о методах расчёта процессов тепло- и массообмена в аппаратах различного назначения

Краткое содержание дисциплины

Стационарная и нестационарная теплопроводность. Конвективный тепло- и массообмен в двухкомпонентных средах. Тепловой расчёт теплообменных аппаратов.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общинженерные и экспериментального исследования для решения инженерных задач профессиональной деятельности	Знает: основные физические положения, законы механики, теплообмена, описывающие рабочие процессы в авиационных и ракетных двигателях Умеет: применять методы теплопередачи при анализе рабочего процесса в авиационных и ракетных двигателях Имеет практический опыт: владения навыками проведения теплообменных расчетов рабочего процесса в двигательных установках ракетно-космической техники

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
1.О.27 Гидрогазодинамика авиационных и ракетных двигателей, 1.О.11.02 Математический анализ, 1.О.11.01 Алгебра и геометрия, 1.О.16 Теоретическая механика, 1.О.12 Химия, 1.О.35 Материаловедение, 1.О.13 Физика, 1.О.18 Термодинамика и теплопередача	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.35 Материаловедение	Знает: как творчески применять основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, и как применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования; характеристики основных и

	вспомогательных материалов, используемых при изготовлении ракетно-космической техники Умеет: творчески применять основные законы естественно-научных дисциплин в профессиональной деятельности и уметь применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования; выбирать основные и вспомогательные материалы, используемые при изготовлении ракетно-космической техники Имеет практический опыт: выбора основных и вспомогательных материалов, используемых при изготовлении ракетно-космической техники
1.О.11.01 Алгебра и геометрия	Знает: основные термины и понятия линейной алгебры и аналитической геометрии; наиболее важные приложения линейной алгебры и аналитической геометрии в различных областях других естественно-научных и профессиональных дисциплин Умеет: производить основные операции над матрицами, вычислять определители, исследовать и решать системы линейных уравнений, проводить основные операции над векторами в координатах, применять формулы для вычисления расстояний, углов, площадей и объемов различных фигур, составлять уравнения фигур 1-го и 2-го порядка на плоскости и в пространстве Имеет практический опыт: владения методом приведения определителя к треугольному виду, методом Крамера и методом Гаусса для решения систем линейных уравнений, координатным методом изучения фигур на плоскости и в пространстве
1.О.11.02 Математический анализ	Знает: основные математические положения, законы, основные формулы и методы решения задач разделов дисциплин математического анализа. Умеет: самостоятельно работать с учебной, справочной и учебно-методической литературой; доказывать теоремы, вычислять определенные интегралы по фигуре; характеризовать векторные поля; находить циркуляцию и поток векторного поля; применять интегралы к решению простых прикладных задач; составлять математические модели простых задач реальных процессов и проводить их анализ. Имеет практический опыт: владения навыками работы с учебной и учебно-методической литературой; навыками употребления математической символики для выражения количественных и качественных отношений объектов; навыками символьных преобразований математических выражений.
1.О.27 Гидрогазодинамика авиационных и ракетных двигателей	Знает: закономерности движения скоростных газовых и нестационарных жидкостных сред в системах авиационных и

	ракетных двигателей Умеет: рассчитывать потери при движении газовых и жидкостных сред в различных элементах конструкции авиационного и ракетного двигателя; составлять алгоритмы решения газодинамических задач; выбирать расчетные модели и схемы для решения задач гидрогазодинамики двигателей летательных аппаратов Имеет практический опыт: владения методами расчета и профилирования проточной части входных и выходных устройств двигателей летательных аппаратов; типовыми методами и алгоритмами газодинамических расчетов; методами расчета параметров газовых и жидкостных потоков в авиационных и ракетных двигателях; методами расчета характеристик гидравлических магистралей системы подачи топлива в авиационных и ракетных двигателях
1.О.18 Термодинамика и теплопередача	Знает: основные физические положения, законы механики, термодинамики и теплопередачи, описывающие рабочие процессы в двигательных установках ракетно-космической техники Умеет: применять методы термодинамики и теплопередачи при анализе рабочего процесса в двигательных установках ракетно-космической техники Имеет практический опыт: владения навыками проведения тепловых расчетов рабочего процесса в двигательных установках ракетно-космической техники
1.О.16 Теоретическая механика	Знает: постановки классических задач теоретической механики; основные понятия и аксиомы законы, принципы теоретической механики фундаментальные понятия кинематики и кинетики, основные законы равновесия и движения материальных объектов Умеет: оценивать корректность поставленной задачи; применять основные законы теоретической механики Имеет практический опыт: владения методами математического моделирования статического, кинематического и динамического состояния механических систем
1.О.13 Физика	Знает: законы окружающего мира и их взаимосвязи; основы естественнонаучной картины мира; основные физические теории и пределы их применимости для описания явлений природы и решения современных и перспективных профессиональных задач; историю и логику развития физики и основных ее открытий Умеет: применять положения фундаментальной физики к грамотному научному анализу ситуаций, с которыми придется сталкиваться при создании, развитии или использовании новой техники и новых технологий Имеет практический опыт:

	владения методами решения физических задач, теоретического и экспериментального исследования
1.О.12 Химия	Знает: о строении вещества и природе химической связи; о периодичности свойств элементов и их соединений; об основных химических системах и процессах; о реакционной способности веществ, обусловленной термодинамическими и кинетическими параметрами систем; о фундаментальных константах, о методах химической идентификации и определения веществ; об электрохимических процессах и их применении на практике; о свойствах важнейших материалов, в том числе, металлов и сплавов Умеет: использовать основные понятия химии; использовать периодический закон для характеристики строения и свойств элементов и их соединений; использовать законы, управляющие химическими системами и процессами в них, в том числе, для расчета составов и приготовления реакционных смесей; определять физико-химические свойства материалов; обрабатывать результаты эксперимента; осуществлять на базе требуемых физико-химических характеристик выбор материала Имеет практический опыт: владения навыками по составлению уравнений химических реакций; обращению с реактивами, приборами и оборудованием и использовать их для проведения экспериментов; соблюдению техники безопасности; по обработке результатов опыта и оформлению отчетов

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 ч., 36,25 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам
		в часах
		Номер семестра
		6
Общая трудоёмкость дисциплины	72	72
<i>Аудиторные занятия:</i>	32	32
Лекции (Л)	16	16
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	35,75	35,75
подготовка к зачёту	5,75	5,75
Изучение конспекта лекций, основной и	30	30

дополнительной литературы		
Консультации и промежуточная аттестация	4,25	4,25
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	Теплопроводность	8	4	4	0
2	Конвективный теплообмен	8	4	4	0
3	Массообмен	8	4	4	0
4	Теплообменные аппараты	8	4	4	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Теплопроводность пластины и цилиндра с внутренним тепловыделением	2
2	1	Нестационарная теплопроводность пластины. Нестационарная теплопроводность тел конечных размеров.	2
3	2	Теплообмен при кипении	2
4	2	Теплообмен при конденсации	2
5	3	Основные положения тепло- и массообмена в двухкомпонентных средах. Тепло- и массоотдача.	2
6	3	Тепло- и массоотдача при испарении жидкости в парогазовую среду. Тепло- и массоотдача при конденсации пара из парогазовой среды.	2
7	4	Классификация теплообменных аппаратов. Тепловой расчет рекуперативных теплообменников.	2
8	4	Тепловые трубы.	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Теплопроводность пластины и цилиндра с внутренним тепловыделением	2
2	1	Нестационарная теплопроводность пластины и цилиндра.	2
3	2	Теплообмен при кипении в большом объеме	2
4	2	Теплообмен при кипении в трубах	2
5	3	Массоотдача при конденсации	2
6	3	Массоотдача при испарении в парогазовую среду	2
7	4	Тепловой расчёт рекуперативного теплообменника.	2
8	4	Гидравлический расчёт рекуперативного теплообменника.	2

5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
подготовка к зачёту	конспект лекция, основная литература [1-2], дополнительная [1-4]	6	5,75
Изучение конспекта лекций, основной и дополнительной литературы	основная литература [1-2], дополнительная [1-4]	6	30

6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	6	Текущий контроль	Решение задач по теплообмену	1	8	Студент решает задачи согласно списка и номера варианта. Всего задач 8. За решение каждой задачи: ход решения верный, получен верный ответ - 1 балл, нет решения, не приведены какие-либо формулы, необходимые для решения задачи, получен неверный ответ - 0 баллов.	зачет
2	6	Промежуточная аттестация	зачет	-	8	Студент письменно отвечает на 4 вопроса из приведенного списка. За каждый ответ: 2 балла - ответ построен логически верно; обнаружено максимально глубокое знание профессиональных терминов, понятий, категорий, концепций и теорий; установлены содержательные межпредметные связи; выдвигаемые положения обоснованы, приведены убедительные примеры; обнаружен аналитический подход в освещении различных концепций; сделаны содержательные выводы; продемонстрировано знание обязательной и дополнительной литературы; 1 балл - ответ недостаточно логически выстроен; в плане ответа соблюдается непоследовательно; недостаточно раскрыты профессиональные понятия, категории, концепции, теории; выдвигаемые положения декларируются, но недостаточно аргументируются; продемонстрировано знание обязательной литературы; 0 баллов - нет ответа или не раскрыты профессиональные понятия,	зачет

					категории, концепции, теории; научное обоснование проблем подменено рассуждениями обыденно-повседневного характера; ответ содержит ряд серьезных неточностей; выводы поверхностны или неверны; не продемонстрировано знание обязательной литературы.	
--	--	--	--	--	--	--

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	К зачету допускается студент, прошедший текущий контроль. Зачет проводится в письменной форме. Время подготовки 1 час	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ	
		1	2
ОПК-1	Знает: основные физические положения, законы механики, теплообмена, описывающие рабочие процессы в авиационных и ракетных двигателях	+	+
ОПК-1	Умеет: применять методы теплопередачи при анализе рабочего процесса в авиационных и ракетных двигателях	+	+
ОПК-1	Имеет практический опыт: владения навыками проведения теплообменных расчетов рабочего процесса в двигательных установках ракетно-космической техники	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Алемасов, В. Е. Теория ракетных двигателей Учебник для вузов Под ред. В. П. Глушко. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1989. - 464 с. ил.
2. Васильев, А. П. Основы теории и расчета жидкостных ракетных двигателей Учеб. для авиац. спец. вузов Под ред. В. М. Кудрявцева. - 3-е изд., испр. и доп. - М.: Высшая школа, 1983. - 703 с. ил.

б) дополнительная 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. Кутателадзе, С. С. Основы теории теплообмена. - 5-е изд., доп. - М.: Атомиздат, 1979. - 415 с. ил.

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

Не предусмотрены

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. нет

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

Электронная учебно-методическая документация

Нет

Перечень используемого программного обеспечения:

Нет

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	306 (2)	Компьютерный проектор
Практические занятия и семинары	306 (2)	Компьютерный проектор, доска