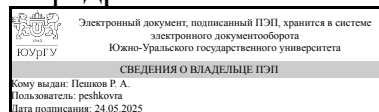


УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей
кафедрой



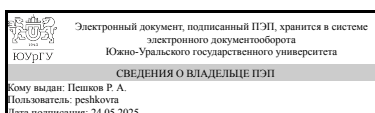
Р. А. Пешков

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.С0.09.02 Проектирование теплообменных аппаратов
для специальности 24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей
уровень Специалитет
специализация Проектирование жидкостных ракетных двигателей
форма обучения очная
кафедра-разработчик Двигатели летательных аппаратов

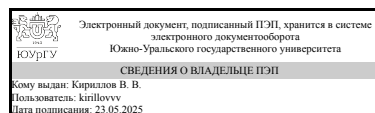
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей, утверждённым приказом Минобрнауки от 12.08.2020 № 979

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 и проектирования тепло- и массообменных аппаратов различного назначения.

Краткое содержание дисциплины

Основные виды теплообменного оборудования. Теплоносители. Тепловой расчет. Конпоновочный расчет. Гидравлический расчет. Тепломассообмен в двухкомпонентных средах

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Разработка моделей и проведение тепловых, гидравлических, газодинамических и термохимических расчетов при проектировании узлов и агрегатов двигателей летательных аппаратов, включая элементы автоматики	Знает: основные физические положения, конструкцию, методы проектирования тепломассообменного оборудования ракетно-космической техники Умеет: применять физико-математические методы моделирования и расчета при анализе рабочего процесса в теплообменном оборудовании ракетно-космической техники Имеет практический опыт: владения навыками проведения тепловых и газодинамических расчетов рабочего процесса тепломассообменного оборудования ракетно-космической техники

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Нет	Проектирование комбинированных реактивных двигателей, Автоматика и регулирование авиационных и ракетных двигателей, Теория и расчет газогенераторов, Проектирование авиационных газотурбинных двигателей, Конструирование элементов автоматики жидкостных ракетных двигателей, Проектирование гибридных ракетных двигателей

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

Нет

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	
		5	
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	
Изучение конспекта лекций, основной и дополнительной литературы	35	35	
подготовка к зачёту	18,75	18.75	
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	Теплопроводность	14	10	4	0
2	Конвективный теплообмен	10	4	6	0
3	Массообмен	10	8	2	0
4	Теплообменные аппараты	14	10	4	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Теплопроводность пластины с внутренним тепловыделением	2
2	1	Теплопроводность цилиндра с внутренним тепловыделением	2
3	1	Нестационарная теплопроводность пластины	2
4	1	Нестационарная теплопроводность цилиндра	2
5	1	Нестационарная теплопроводность тел конечных размеров	2
6	2	Теплообмен при кипении.	2
7	2	Теплообмен при конденсации	2
8	3	Основные положения тепло- и массообмена в двухкомпонентных средах	2
9	3	Тепло- и массоотдача	2
10	3	Тепло- и массоотдача при испарении жидкости в парогазовую среду	2
11	3	Тепло- и массоотдача при конденсации пара из парогазовой среды	2
12	4	Классификация теплообменных аппаратов	2
13	4	Тепловой расчет рекуперативных теплообменников	2
14	4	Компоновочный и гидравлический расчёт рекуперативных теплообменников	2
15	4	Тепловой расчёт регенеративных теплообменников	2

16	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 объёме	2
4	2	Теплообмен при кипении в трубах	2
5	2	Теплообмен при конденсации на вертикальной пластине	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
Изучение конспекта лекций, основной и дополнительной литературы	основная литература [1-2], дополнительная [1-4]	5	35
подготовка к зачёту	конспект лекций, основная литература [1-2], дополнительная [1-4]	5	18,75

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-мestr	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	5	Текущий контроль	Решение задач	1	5	Студент решает задачи согласно списка и номера варианта. Всего задач 5. 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	5	Текущий контроль	Вопросы по теплопроводности	1	6	Студент письменно отвечает на 3 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, 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.	зачет
3	5	Текущий контроль	Вопросы по тепло- и массообмену	1	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	зачет

					недостаточно аргументируются; продемонстрировано знание обязательной литературы; 0 баллов - нет ответа или не раскрыты профессиональные понятия, 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.	
4	5	Промежуточная аттестация	Вопросы по теплообменникам	-	6	зачет
					Студент письменно отвечает на 3 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, 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	3	4
ПК-1	Знает: основные физические положения, конструкцию, методы проектирования теплообменного оборудования ракетно-космической техники	+	+	+	+
ПК-1	Умеет: применять физико-математические методы моделирования и расчета при анализе рабочего процесса в теплообменном оборудовании ракетно-космической техники	+	+	+	+
ПК-1	Имеет практический опыт: владения навыками проведения тепловых и газодинамических расчетов рабочего процесса теплообменного оборудования 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. 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.
2. Исаченко, В. П. Теплопередача Учебник для теплоэнерг. спец. вузов. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Энергоиздат, 1981. - 417 с. ил.
3. 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.

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. Кириллов, В. В. Теоретические основы теплотехники. Теплообмен Текст учебное пособие для самостоят. работы студентов В. В. Кириллов ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Пром. теплоэнергетика ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2008. - 71, [1] с.
4. Идельчик, И. Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям Под ред. М. О. Штейнберга. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1992. - 672 с. ил.

5. Бакластов, А. М. Проектирование, монтаж и эксплуатация тепломассообменных установок Учеб. пособие по спец."Пром. теплоэнергетика". - М.: Энергоиздат, 1981. - 336 с. ил.

6. Бакластов, А. М. Промышленные тепломассообменные процессы и установки Учебник Ред. Бакластов А. М. - М.: Энергоатомиздат, 1986. - 328 с.

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

1. Теплоэнергетика

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Кириллов, В.В. Теоретические основы теплотехники. Тепломассообмен / В.В. Кириллов.—Челябинск, Издательство ЮУрГУ, 2008.— 69

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Кириллов, В.В. Теоретические основы теплотехники. Тепломассообмен / В.В. Кириллов.—Челябинск, Издательство ЮУрГУ, 2008.— 69

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	ЭБС издательства Лань	Дульнев, Г.Н. Основы теории тепломассообмена [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / Г.Н. Дульнев, С.В. Тихонов. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2010. — 93 с. https://e.lanbook.com/book/40715
2	Основная литература	ЭБС издательства Лань	Кириллин В.А., Техническая термодинамика [Электронный ресурс] : учебник / Кириллин В.А., Сычев В.В., Шейндлин А.Е.. — Электрон. дан. — Москва : Издательский дом МЭИ, 2016. — 496 с. https://e.lanbook.com/book/72305 .

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
Практические занятия и семинары	306 (2)	Компьютерный проектор

Лекции	306 (2)	Компьютерный проектор
--------	------------	-----------------------