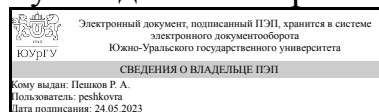


УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель направления



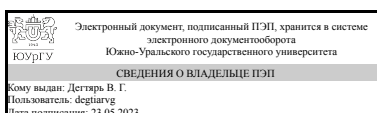
Р. А. Пешков

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.О.08 Проектирование систем теплозащиты и терморегулирования летательных аппаратов  
для направления 24.04.01 Ракетные комплексы и космонавтика  
уровень Магистратура  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Летательные аппараты

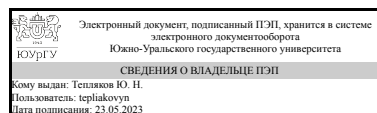
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 24.04.01 Ракетные комплексы и космонавтика, утверждённым приказом Минобрнауки от 05.02.2018 № 84

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



В. Г. Дегтярь

Разработчик программы,  
к.техн.н., снс, доцент



Ю. Н. Тепляков

## **1. Цели и задачи дисциплины**

Целью изучения дисциплины «Проектирование систем теплозащиты и терморегулирования ЛА» является освоение студентом системы знаний и практических навыков, необходимых для дальнейшего выполнения научно-исследовательской, проектной, экспериментальной и производственно-технологической видов профессиональной деятельности. Состоит в ознакомлении студентов с необходимостью и современными проблемами защиты от внешнего теплового воздействия конструкций современных летательных аппаратов (ЛА); математическими моделями, алгоритмами расчетов температурных полей и потребной толщины материалов теплозащитных покрытий (ТЗП) пассивного и активного типов для теплонапряженных элементов конструкции; физико-химическими процессами и механизмами разрушения материалов ТЗП конструктивных узлов ЛА; испытаниями, диагностикой и эксплуатационными требованиями к тепловой защите теплонапряженных узлов ЛА. В результате изучения дисциплины «Проектирование систем теплозащиты и терморегулирования ЛА» студенты должны: знать проблемы и актуальные задачи создания методов и средств тепловой защиты ЛА; назначение, области применения и методы тепловой защиты ЛА, ее классификацию по физическому принципу поглощения (отвода) теплоты ЛА; уметь создавать физические и математические модели, позволяющие анализировать тепловые процессы ЛА; использовать математический аппарат для определения тепловых нагрузок, уровней тепловых потоков конвективного и радиационного теплообмена в условиях применения «активной» (разрушающейся) и «пассивной» (неразрушающейся) систем тепловой защиты; описывать определяющий механизм разрушения материалов ТЗП в условиях интенсивного нагрева; применять навыки инженерных методов расчета температурных полей и выбора материалов, эффективных способов тепловой защиты и охлаждения элементов ЛА.

### **Краткое содержание дисциплины**

Учебная дисциплина «Проектирование систем теплозащиты и терморегулирования ЛА» в общей модели подготовки специалиста, в соответствии с Государственными требованиями к минимуму содержания и уровню подготовки выпускника, заключается в том, что овладение в едином комплексе с другими учебными курсами создает основу для формирования у него теоретических знаний и практических навыков в области разработки, изготовления, испытаний и диагностики тепловой защиты элементов конструкции ЛА различных типов и назначения. Проблема тепловой защиты космического летательного аппарата от высоких удельных тепловых потоков и высоких температур набегающего газового потока при входе аппарата с гиперзвуковой скоростью в атмосферы планет (и в частности Земли) разрабатывается в течение 30—40 лет. За это время проведено широкое исследование различных видов теплозащитных материалов и теплозащитных покрытий, обеспечивающих надежную тепловую защиту летательного аппарата. Разработана теория и исследованы основные закономерности термодинамики и теплообмена процессов воздействия высокоэнергетических высокотемпературных газовых потоков на различные конструкционные материалы. Курс дисциплины обобщает достижения отечественной и зарубежной науки в области аэродинамики, тепло- и массообмена и термодинамики применительно к проектированию и расчету

тепловой защиты, рассматриваются механизм разрушения основных классов теплозащитных покрытий, методы экспериментальных исследований эффективности тепловой защиты в высокотемпературных газовых потоках. Учитывая, что в последнее время наблюдается сближение требований к тепловой защите в энергетических установках и аппаратах космической техники, необходимость знания дисциплины велико. Основное внимание уделяется методам и материалам, температурный диапазон применимости которых превышает 1000 К. Внимание уделяется нахождению оптимального режима тепловой защиты, анализу тепловых, массообменных и химических процессов в теплозащитных покрытиях.

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

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-3 Способен проводить техническое проектирование изделий ракетной и ракетно-космической техники с использованием твердотельного компьютерного моделирования в соответствии с единой системой конструкторской документации (ЕСКД) и на базе современных программных комплексов	<p>Знает: проблемы и актуальные задачи создания методов и средств тепловой защиты, назначение, области применения и методы тепловой защиты летательных аппаратов, классификацию по физическому принципу поглощения (отвода) теплоты летательных аппаратов</p> <p>Умеет: создавать физические и математические модели, позволяющие анализировать тепловые процессы летательных аппаратов, использовать математический аппарат для определения тепловых нагрузок, уровней тепловых потоков конвективного и радиационного теплообмена в условиях применения «активной» (разрушающейся) и «пассивной» (неразрушающейся) систем тепловой защиты, описывать определяющий механизм разрушения материалов теплозащитных покрытий в условиях интенсивного нагрева</p> <p>Имеет практический опыт: расчета температурных полей, навыки инженерных методов выбора материалов, выбора эффективных способов тепловой защиты и охлаждения элементов летательных аппаратов</p>

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
1.О.06 Сквозные технологии в проектировании ракетно-космической техники, 1.Ф.03 Проектирование спускаемых аппаратов	Не предусмотрены

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

Дисциплина	Требования
------------	------------

1.Ф.03 Проектирование спускаемых аппаратов	<p>Знает: методы проектирования отсеков ракет для полезной нагрузки - корпусов моноблочных и разделяющихся головных частей и систем, обеспечивающих функционирование головных частей; особенности полезных грузов баллистических ракет Умеет: обосновать выбор компоновочных схем головных частей; выбор топлив и характеристик двигательных установок; выбор способов маскировки и защиты всех элементов на трассе полета Имеет практический опыт: составления расчетных зависимостей для оценки компоновочных схем, массово-габаритных характеристик проектируемых объектов</p>
1.О.06 Сквозные технологии в проектировании ракетно-космической техники	<p>Знает: требования стандартов Единой системы конструкторской документации и Единой системы технической документации к оформлению и составлению чертежей, методы решения инженерно-геометрических задач на чертеже , современные методы проведения расчетов аэродинамических, прочностных, жесткостных, массово-центровочных, инерционных и других технических характеристик конструкций ракет-носителей и ракет космического назначения, прикладные компьютерные программы для решения задач по проектированию, конструированию, производству, испытанию ракетно-космической техники Умеет: читать и анализировать проектную и рабочую конструкторскую документацию для определения состава и устройства изделия с получением необходимых данных для его разработки и изготовления, применять современные системы автоматизированного проектирования при расчете аэродинамических, прочностных, жесткостных, массово-центровочных, инерционных и других технических характеристик конструкций ракет-носителей и ракет космического назначения, применять программные средства общего и специального назначения для интеллектуальной обработки полученных данных и цифрового моделирования Имеет практический опыт: разработки составных частей, изделий ракетно-технических систем, проведения расчетов по определению аэродинамических, прочностных, жесткостных, массово-центровочных, инерционных и других технических характеристик конструкций ракет-носителей и ракет космического назначения, цифрового моделирования реальных процессов, описывающих функционирование проектируемых изделий</p>

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 42,25 ч.  
контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		4	
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108	
<i>Аудиторные занятия:</i>	36	36	
Лекции (Л)	24	24	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	12	12	
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	65,75	65,75	
подготовка к практическим занятиям	50	50	
подготовка к зачету	15,75	15,75	
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	ТЕПЛОВАЯ ЗАЩИТА ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ, ЕЁ НЕОБХОДИМОСТЬ И НАЗНАЧЕНИЕ	5	3	2	0
2	ТЕРМОГАЗОДИНАМИКА ГИПЕРЗВУКОВЫХ ТЕЧЕНИЙ	5	3	2	0
3	ОСОБЕННОСТИ ТЕПЛО- И МАССООБМЕНА В СИСТЕМАХ ТЕПЛОВОЙ ЗАЩИТЫ С ПРОНИЦАЕМОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ	5	3	2	0
4	ТЕПЛО- И МАССООБМЕН НА НЕПРОНИЦАЕМОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ ОБТЕКАНИИ ТЕЛА ГИПЕРЗВУКОВЫМ ПОТОКОМ	5	3	2	0
5	ОСОБЕННОСТИ ЛУЧИСТОГО ТЕПЛООБМЕНА ПРИ ПОЛЕТЕ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ В ПЛОТНЫХ СЛОЯХ АТМОСФЕРЫ С ГИПЕРЗВУКОВЫМИ СКОРОСТЯМИ	4	3	1	0
6	МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ТЕПЛОВОЙ ЗАЩИТЫ КОСМИЧЕСКИХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ	4	3	1	0
7	ТЕПЛОЗАЩИТНЫЕ ПОКРЫТИЯ. РАЗРУШЕНИЕ ТЕПЛОЗАЩИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ АЭРОДИНАМИЧЕСКОМ НАГРЕВЕ	4	3	1	0
8	ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЕ И ХИМИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ГАЗА В ПОГРАНИЧНОМ СЛОЕ.	4	3	1	0

### 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	КЛАССИФИКАЦИЯ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ РАКЕТНО-	3

		КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ.КЛАССИФИКАЦИЯ СИСТЕМ ТЕПЛОВОЙ ЗАЩИТЫ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ. ПРОБЛЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕПЛОВОЙ ЗАЩИТЫ КОСМИЧЕСКИХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ.РАСЧЁТ ОСНОВНЫХ ТРАЕКТОРНЫХ ПАРАМЕТРОВ КОСМИЧЕСКИХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ.	
2	2	ПОНЯТИЕ ГИПЕРЗВУКОВОГО ТЕЧЕНИЯ.ГАЗОВАЯ ДИНАМИКА ОБТЕКАНИЯ СФЕРИЧЕСКОГО ТЕЛА ГИПЕРЗВУКОВЫМ ПОТОКОМ.ТЕРМОДИНАМИКА ГИПЕРЗВУКОВОГО ТЕЧЕНИЯ.	3
3	3	ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЕ И ХИМИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ГАЗА В ПОГРАНИЧНОМ СЛОЕ.	3
4	4	МЕХАНИЗМ ПЕРЕНОСА ТЕПЛОТЫ В ХИМИЧЕСКИ АКТИВНОМ ПОГРАНИЧНОМ СЛОЕ. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ МНОГОКОМПОНЕНТНОГО ХИМИЧЕСКИ АКТИВНОГО ПОГРАНИЧНОГО СЛОЯ.УСЛОВИЯ ПОДОБИЯ БЕЗРАЗМЕРНЫХ ПРОФИЛЕЙ СКОРОСТИ, ЭНТАЛЬПИИ И МАССОВОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ КОМПОНЕНТОВ В ПОГРАНИЧНОМ СЛОЕ. ЗАКОН КОНВЕКТИВНОГО ТЕПЛООБМЕНА НЬЮТОНА ДЛЯ ХИМИЧЕСКИ АКТИВНОГО ПОГРАНИЧНОГО СЛОЯ. АНАЛОГИЯ МЕЖДУ ПРОЦЕССАМИ ТЕПЛО- И МАССООБМЕНА В ХИМИЧЕСКИ АКТИВНОМ ПОГРАНИЧНОМ СЛОЕ. РАСЧЕТ ТЕПЛООБМЕНА ПРИ ОБТЕКАНИИ ТЕЛА ГИПЕРЗВУКОВЫМ ПОТОКОМ.ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАСЧЕТА ТЕПЛООБМЕНА НА КАТАЛИТИЧЕСКИ АКТИВНОЙ ПОВЕРХНОСТИ.РАСЧЕТ ТЕПЛООБМЕНА НА КАТАЛИТИЧЕСКИ АКТИВНОЙ ПОВЕРХНОСТИ.	3
5	5	НЕКОТОРЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГАЗОВЫХ СМЕСЕЙ. МЕХАНИЗМ БЛОКИРОВКИ КОНВЕКТИВНОГО ТЕПЛООВОГО ПОТОКА ПРИ ВДУВЕ ГАЗА В ПОГРАНИЧНЫЙ СЛОЙ.ФИЗИЧЕСКАЯ СУЩНОСТЬ ТЕПЛО- И МАССООБМЕНА ПРИ ВДУВЕ ГАЗА В ПОГРАНИЧНЫЙ СЛОЙ. АНАЛОГИЯ МЕЖДУ ПРОЦЕССАМИ ТЕПЛО- И МАССООБМЕНА В ПОГРАНИЧНОМ СЛОЕ.РАСЧЕТ ТЕПЛО- И МАССООБМЕНА И ТРЕНИЯ ПРИ ВДУВЕ ГАЗА В ПОГРАНИЧНЫЙ СЛОЙ.РАСЧЕТ ТЕПЛООБМЕНА ПРИ ВДУВЕ ГАЗА-ОХЛАДИТЕЛЯ ЧЕРЕЗ ПЕРФОРИРОВАННУЮ ПОВЕРХНОСТЬ.	3
6	6	ОСОБЕННОСТИ ЛУЧИСТОГО ТЕПЛООБМЕНА НА НЕПРОНИЦАЕМОЙ СТЕНКЕ. ОСОБЕННОСТИ ЛУЧИСТОГО ТЕПЛООБМЕНА НА ПРОНИЦАЕМОЙ ПОВЕРХНОСТИ.ГИДРОГАЗОДИНАМИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ТЕПЛОВОЙ ЗАЩИТЫ. ТЕПЛОВАЯ ЗАЩИТА ПОРИСТЫМ ОХЛАЖДЕНИЕМ. ТЕПЛОАККУМУЛИРУЮЩАЯ И РАДИАЦИОННАЯ СИСТЕМА ТЕПЛОВОЙ ЗАЩИТЫ. ТЕПЛОВАЯ ЗАЩИТА С ЖИДКИМИ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯМИ.	3
7	7	ФАКТОРЫ, ВОЗДЕЙСТВУЮЩИЕ НА ТЕПЛОВУЮ ЗАЩИТУ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ.ОСОБЕННОСТИ ТЕПЛОВОЙ ЗАЩИТЫ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ РАЗНЫХ КЛАССОВ. КЛАССИФИКАЦИЯ МАТЕРИАЛОВ ТЕПЛОЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ.ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТЕПЛОЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ.	3
8	8	МЕХАНИЗМ И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РАЗРУШЕНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ПОТОКЕ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО ВОЗДУХА. МЕХАНИЗМ И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РАЗРУШЕНИЯ СТЕКЛОПЛАСТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ В ПОТОКЕ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО ВОЗДУХА. РАЗРУШЕНИЕ ТЕПЛОЗАЩИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ АЭРОДИНАМИЧЕСКОМ НАГРЕВЕ. МЕХАНИЗМ РАЗРУШЕНИЯ ХИМИЧЕСКИ РАЗЛАГАЮЩИХСЯ ТЕПЛОЗАЩИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ.	3

## 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	КЛАССИФИКАЦИЯ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ. КЛАССИФИКАЦИЯ СИСТЕМ ТЕПЛОВОЙ ЗАЩИТЫ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ. ПРОБЛЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕПЛОВОЙ ЗАЩИТЫ КОСМИЧЕСКИХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ. РАСЧЁТ ОСНОВНЫХ ТРАЕКТОРНЫХ ПАРАМЕТРОВ КОСМИЧЕСКИХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ.	2
2	2	ПОНЯТИЕ ГИПЕРЗВУКОВОГО ТЕЧЕНИЯ. ГАЗОВАЯ ДИНАМИКА ОБТЕКАНИЯ СФЕРИЧЕСКОГО ТЕЛА ГИПЕРЗВУКОВЫМ ПОТОКОМ. ТЕРМОДИНАМИКА ГИПЕРЗВУКОВОГО ТЕЧЕНИЯ	2
3	3	ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЕ И ХИМИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ГАЗА В ПОГРАНИЧНОМ СЛОЕ.	2
4	4	МЕХАНИЗМ ПЕРЕНОСА ТЕПЛОТЫ В ХИМИЧЕСКИ АКТИВНОМ ПОГРАНИЧНОМ СЛОЕ. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ МНОГОКОМПОНЕНТНОГО ХИМИЧЕСКИ АКТИВНОГО ПОГРАНИЧНОГО СЛОЯ. УСЛОВИЯ ПОДОБИЯ БЕЗРАЗМЕРНЫХ ПРОФИЛЕЙ СКОРОСТИ, ЭНТАЛЬПИИ И МАССОВОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ КОМПОНЕНТОВ В ПОГРАНИЧНОМ СЛОЕ. ЗАКОН КОНВЕКТИВНОГО ТЕПЛООБМЕНА НЬЮТОНА ДЛЯ ХИМИЧЕСКИ АКТИВНОГО ПОГРАНИЧНОГО СЛОЯ. АНАЛОГИЯ МЕЖДУ ПРОЦЕССАМИ ТЕПЛО- И МАССООБМЕНА В ХИМИЧЕСКИ АКТИВНОМ ПОГРАНИЧНОМ СЛОЕ. РАСЧЕТ ТЕПЛООБМЕНА ПРИ ОБТЕКАНИИ ТЕЛА ГИПЕРЗВУКОВЫМ ПОТОКОМ. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАСЧЕТА ТЕПЛООБМЕНА НА КАТАЛИТИЧЕСКИ АКТИВНОЙ ПОВЕРХНОСТИ. РАСЧЕТ ТЕПЛООБМЕНА НА КАТАЛИТИЧЕСКИ АКТИВНОЙ ПОВЕРХНОСТИ.	2
5	5	НЕКОТОРЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГАЗОВЫХ СМЕСЕЙ. МЕХАНИЗМ БЛОКИРОВКИ КОНВЕКТИВНОГО ТЕПЛООВОГО ПОТОКА ПРИ ВДУВЕ ГАЗА В ПОГРАНИЧНЫЙ СЛОЙ. ФИЗИЧЕСКАЯ СУЩНОСТЬ ТЕПЛО- И МАССООБМЕНА ПРИ ВДУВЕ ГАЗА В ПОГРАНИЧНЫЙ СЛОЙ. АНАЛОГИЯ МЕЖДУ ПРОЦЕССАМИ ТЕПЛО- И МАССООБМЕНА В ПОГРАНИЧНОМ СЛОЕ. РАСЧЕТ ТЕПЛО- И МАССООБМЕНА И ТРЕНИЯ ПРИ ВДУВЕ ГАЗА В ПОГРАНИЧНЫЙ СЛОЙ. РАСЧЕТ ТЕПЛООБМЕНА ПРИ ВДУВЕ ГАЗА-ОХЛАДИТЕЛЯ ЧЕРЕЗ ПЕРФОРИРОВАННУЮ ПОВЕРХНОСТЬ.	1
6	6	ОСОБЕННОСТИ ЛУЧИСТОГО ТЕПЛООБМЕНА НА НЕПРОНИЦАЕМОЙ СТЕНКЕ. ОСОБЕННОСТИ ЛУЧИСТОГО ТЕПЛООБМЕНА НА ПРОНИЦАЕМОЙ ПОВЕРХНОСТИ. ТЕПЛОАККУМУЛИРУЮЩАЯ И РАДИАЦИОННАЯ СИСТЕМА ТЕПЛОВОЙ ЗАЩИТЫ. ТЕПЛОВАЯ ЗАЩИТА С ЖИДКИМИ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯМИ. ГИДРОГАЗОДИНАМИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ТЕПЛОВОЙ ЗАЩИТЫ. ТЕПЛОВАЯ ЗАЩИТА ПОРИСТЫМ ОХЛАЖДЕНИЕМ.	1
7	7	ФАКТОРЫ, ВОЗДЕЙСТВУЮЩИЕ НА ТЕПЛОВУЮ ЗАЩИТУ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ. ОСОБЕННОСТИ ТЕПЛОВОЙ ЗАЩИТЫ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ РАЗНЫХ КЛАССОВ. КЛАССИФИКАЦИЯ МАТЕРИАЛОВ ТЕПЛОЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТЕПЛОЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ.	1
8	8	РАЗРУШЕНИЕ ТЕПЛОЗАЩИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ АЭРОДИНАМИЧЕСКОМ НАГРЕВЕ. МЕХАНИЗМ РАЗРУШЕНИЯ ХИМИЧЕСКИ РАЗЛАГАЮЩИХСЯ ТЕПЛОЗАЩИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ. МЕХАНИЗМ И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РАЗРУШЕНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ПОТОКЕ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО ВОЗДУХА. МЕХАНИЗМ И	1

### 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 практическим занятиям	Полежаев, Ю. В. Тепловая защита / Под ред. А. В. Лыков, М. : Энергия , 1976, 391 с. : ил. Электронный каталог ЮУрГУ	4	50
подготовка к зачету	Основы идентификации и проектирования тепловых процессов и систем Учеб. пособие О. М. Алифанов, П. Н. Вабищевич, В. В. Михайлов и др.; Федер. целевая программа "Гос. поддержка интеграции высшего образования и фундамент. науки на 1997-2000 гг."; Федер. целевая программа "Гос. поддержка интеграции высш. образования и фундамент. науки на 1997-2000 гг." - М.: Логос, 2001. - 399 с. ил. Электронный каталог ЮУрГУ	4	15,75

## 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-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	4	Промежуточная аттестация	Зачет	-	6	В соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе ( Приказ ректора от 24.05.2019 №179 ) зачет проводится в письменной форме. На зачет отводится 45 минут. Студент получает 5 вопросов. Мах 10 баллов. (Правильный ответ -2 балл, частично правильный - 1 балла, неправильный ответ - 0 баллов. (Зачтено: 60 и более % рейтинга мероприятия ,т.е. 6 баллов и более. )Не зачтено: менее 60% рейтинга мероприятия или менее 6 баллов.) При оценивании	зачет



						<p>результатов учебной деятельности обучающегося по дисциплине используются БРС оценивание результатов учебной деятельности обучающегося (утвержденные приказом ректора от 24.05.19 № 179 и №"25-13/09 от 10.03.2022). Рейтинг обучающегося по дисциплине определяется только по результатам текущего контроля Rтек. Для расчета рейтинга обучающегося по дисциплине используется следующая формула: <math>R_d = R_{тек} + R_б</math>. Если по текущему контролю рейтинг ниже 60%, то студент проходит процедуру зачета. Студент вправе пройти контрольное мероприятие в рамках промежуточной аттестации для улучшения рейтинга и может получить оценку по дисциплине согласно п. 2.4 Положения. Процедура проведения промежуточной аттестации следующая: Оценка за дисциплину формируется на основе величины рейтинга обучающегося по дисциплине. Студент вправе пройти контрольное мероприятие в рамках промежуточной аттестации для улучшения итогового результата.</p>	
2	4	Текущий контроль	Письменный опрос	1	3	<p>Опрос проводится в письменной форме на практическом занятии в течении 15 минут. Студент получает 3 вопроса. (Правильный ответ -1 балл, частично правильный - 0,5 балла, неправильный ответ - 0 баллов. Мах 3 балла .(Зачтено: 60 и более % рейтинга мероприятия , Не зачтено: менее 60% рейтинга мероприятия или менее 1,5 балла.)</p>	зачет
3	4	Текущий контроль	Письменный опрос	1	9	<p>Опрос проводится в письменной форме на практическом занятии в течении 15 минут. Студент получает 3 вопроса. (Правильный ответ -1 балл, частично правильный - 0,5 балла, неправильный ответ - 0 баллов. Мах 3 балла .(Зачтено: 60 и более % рейтинга мероприятия , Не зачтено: менее 60% рейтинга мероприятия или менее 1,5 балла.)</p>	зачет
4	4	Текущий контроль	Письменный опрос	1	3	<p>Опрос проводится в письменной форме на практическом занятии в течении 15 минут. Студент получает 3 вопроса. (Правильный ответ -1 балл, частично правильный - 0,5 балла, неправильный ответ - 0 баллов. Мах 3 балла .(Зачтено: 60 и более % рейтинга мероприятия , Не зачтено: менее 60% рейтинга мероприятия или менее 1,5 балла.)</p>	зачет

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	<p>Зачет проводится в письменной форме. на зачет отводится 45 минут. Студент получает 5 вопросов. (Правильный ответ - 2 балл, частично правильный - 1 балла, неправильный ответ - 0 баллов. (Зачтено: 60 и более % рейтинга мероприятия ,т.е. 6 баллов и более. ) Не зачтено: менее 60% рейтинга мероприятия или менее 6 баллов.) При оценивании результатов учебной деятельности обучающегося по дисциплине используются БРС оценивание результатов учебной деятельности обучающегося (утвержденные приказом ректора от 24.05.19 № 179 и №"25-13/09 от 10.03.2022). Рейтинг обучающегося по дисциплине определяется только по результатам текущего контроля Ртек. Для расчета рейтинга обучающегося по дисциплине используется следующая формула: <math>R_d = R_{тек} + R_b</math>. Если по текущему контролю рейтинг ниже 60%, то студент проходит процедуру зачета. Студент вправе пройти контрольное мероприятие в рамках промежуточной аттестации для улучшения рейтинга и может получить оценку по дисциплине согласно п. 2.4 Положения. Процедура проведения промежуточной аттестации следующая: Оценка за дисциплину формируется на основе величины рейтинга обучающегося по дисциплине. Студент вправе пройти контрольное мероприятие в рамках промежуточной аттестации для улучшения итогового результата.</p>	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

### 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ			
		1	2	3	4
ПК-3	Знает: проблемы и актуальные задачи создания методов и средств тепловой защиты, назначение, области применения и методы тепловой защиты летательных аппаратов, классификацию по физическому принципу поглощения (отвода) теплоты летательных аппаратов	+	+	+	+
ПК-3	Умеет: создавать физические и математические модели, позволяющие анализировать тепловые процессы летательных аппаратов, использовать математический аппарат для определения тепловых нагрузок, уровней тепловых потоков конвективного и радиационного теплообмена в условиях применения «активной» (разрушающейся) и «пассивной» (неразрушающейся) систем тепловой защиты, описывать определяющий механизм разрушения материалов теплозащитных покрытий в условиях интенсивного нагрева	+	+	+	+
ПК-3	Имеет практический опыт: расчета температурных полей, навыки инженерных методов выбора материалов, выбора эффективных способов тепловой защиты и охлаждения элементов летательных аппаратов	+	+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Основы идентификации и проектирования тепловых процессов и систем Учеб. пособие О. М. Алифанов, П. Н. Вабищевич, В. В. Михайлов и др.; Федер. целевая программа "Гос. поддержка интеграции высшего образования и фундамент. науки на 1997-2000 гг."; Федер. целевая программа "Гос. поддержка интеграции высш. образования и фундамент. науки на 1997-2000 гг.". - М.: Логос, 2001. - 399 с. ил.

б) *дополнительная литература:*

1. Основы идентификации и проектирования тепловых процессов и систем Учеб. пособие О. М. Алифанов, П. Н. Вабищевич, В. В. Михайлов и др.; Федер. целевая программа "Гос. поддержка интеграции высшего образования и фундамент. науки на 1997-2000 гг."; Федер. целевая программа "Гос. поддержка интеграции высш. образования и фундамент. науки на 1997-2000 гг.". - М.: Логос, 2001. - 399 с. ил.

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

1. Вестник ЮУрГУ, "Математическое моделирование и программирование"
2. Вестник ЮУрГУ, "Машиностроение"

г) *методические указания для студентов по освоению дисциплины:*

1. нет

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

1. нет

### **Электронная учебно-методическая документация**

Нет

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)
2. ФГАОУ ВО "ЮУрГУ (НИУ)"-Портал "Электронный ЮУрГУ" (<https://edu.susu.ru>)(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -База данных ВИНТИ РАН(бессрочно)

### **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Самостоятельная работа студента	246 (2)	компьютерная техника, программное обеспечение
Лекции	246 (2)	основное оборудование, компьютерная техника

Практические занятия и семинары	246 (2)	основное оборудование, компьютерная техника
------------------------------------	------------	---