ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института
Политехнический институт

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: 24.10.2021

С. Д. Ваулин

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины Б.1.41 Проектирование систем теплозащиты и терморегуляции ЛА
для специальности 24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов
уровень специалист **тип программы** Специалитет
специализация Ракетные транспортные системы
форма обучения очная
кафедра-разработчик Летательные аппараты

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов, утверждённым приказом Минобрнауки от 01.12.2016 № 1517

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

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Дегтярь В. Г.
Пользователь: degtiarvg
Дата подписания: 23.10.2021

В. Г. Дегтярь

Разработчик программы,
к.техн.н., снс, доцент (кн)

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Тепляков Ю. Н.
Пользователь: tepliakovyn
Дата подписания: 24.09.2021

Ю. Н. Тепляков

Челябинск

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 (ЗУНы)
ПК-8 способностью проводить математическое моделирование разрабатываемого изделия и его подсистем с использованием методов системного подхода и современных программных продуктов для прогнозирования поведения, оптимизации и изучения функционирования изделия в целом, а также его подсистем с учетом используемых материалов, ожидаемых рисков и возможных отказов	Знать:проблемы и актуальные задачи создания методов и средств тепловой защиты ЛА, назначение, области применения и методы тепловой защиты ЛА, 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.
	Владеть:навыками инженерных методов расчета температурных полей, навыки инженерных методов выбора материалов, выбора эффективных способов тепловой защиты и охлаждения элементов ЛА.

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.1.33 Проектирование конструкций РКТ из композиционных материалов, Б.1.36 Вычислительная техника в инженерной практике	Не предусмотрены

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

Дисциплина	Требования
Б.1.33 Проектирование конструкций РКТ из композиционных материалов	иметь базовые знания использования и применимости композиционных материалов в конструкции ЛА
Б.1.24 Термодинамика и теплопередача	знать физические основы термодинамики и тепломассобмена
Б.1.36 Вычислительная техника в инженерной практике	уметь использовать комплекс технических средств, предназначенных для автоматической обработки информации в процессе решения вычислительных и информационных задач
Б.1.06 Физика	знать основные постулаты и законы физики

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
		10
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108
Аудиторные занятия:	48	48
Лекции (Л)	8	8
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	40	40
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
Самостоятельная работа (СРС)	60	60
подготовка к практическим занятиям	50	50
подготовка к зачету	10	10
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	ТЕПЛОВАЯ ЗАЩИТА ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ, ЕЁ НЕОБХОДИМОСТЬ И НАЗНАЧЕНИЕ	5	1	4	0
2	ТЕРМОГАЗОДИНАМИКА ГИПЕРЗВУКОВЫХ ТЕЧЕНИЙ	5	1	4	0
3	ОСОБЕННОСТИ ТЕРМОДИНАМИКИ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО ГАЗА	5	1	4	0
4	ТЕПЛО- И МАССООБМЕН НА НЕПРОНИЦАЕМОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ ОБТЕКАНИИ ТЕЛА ГИПЕРЗВУКОВЫМ ПОТОКОМ	5	1	4	0
5	ОСОБЕННОСТИ ТЕПЛО- И МАССООБМЕНА В СИСТЕМАХ ТЕПЛОВОЙ ЗАЩИТЫ С ПРОНИЦАЕМОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ	7	1	6	0
6	ОСОБЕННОСТИ ЛУЧИСТОГО ТЕПЛООБМЕНА ПРИ ПОЛЕТЕ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ В ПЛОТНЫХ СЛОЯХ	7	1	6	0

	АТМОСФЕРЫ С ГИПЕРЗВУКОВЫМИ СКОРОСТЯМИ				
7	МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ТЕПЛОВОЙ ЗАЩИТЫ КОСМИЧЕСКИХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ	7	1	6	0
8	ТЕПЛОЗАЩИТНЫЕ ПОКРЫТИЯ. РАЗРУШЕНИЕ ТЕПЛОЗАЩИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ АЭРОДИНАМИЧЕСКОМ НАГРЕВЕ	7	1	6	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	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.	1
2	2	ПОНЯТИЕ ГИПЕРЗВУКОВОГО ТЕЧЕНИЯ.ГАЗОВАЯ ДИНАМИКА ОБТЕКАНИЯ СФЕРИЧЕСКОГО ТЕЛА ГИПЕРЗВУКОВЫМ ПОТОКОМ.ТЕРМОДИНАМИКА ГИПЕРЗВУКОВОГО ТЕЧЕНИЯ.	1
3	3	ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЕ И ХИМИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ГАЗА В ПОГРАНИЧНОМ СЛОЕ.	1
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.	1
5	5	НЕКОТОРЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГАЗОВЫХ СМЕСЕЙ. МЕХАНИЗМ БЛОКИРОВКИ КОНВЕКТИВНОГО ТЕПЛОВОГО 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.ГИДРОГАЗОДИНАМИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ТЕПЛОВОЙ ЗАЩИТЫ. ТЕПЛОВАЯ ЗАЩИТА ПОРИСТЫМ ОХЛАЖДЕНИЕМ. ТЕПЛОАККУМУЛИРУЮЩАЯ И РАДИАЦИОННАЯ СИСТЕМА ТЕПЛОВОЙ ЗАЩИТЫ. ТЕПЛОВАЯ ЗАЩИТА С ЖИДКИМИ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯМИ.	1
7	7	ФАКТОРЫ, ВОЗДЕЙСТВУЮЩИЕ НА ТЕПЛОВУЮ ЗАЩИТУ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ.ОСОБЕННОСТИ ТЕПЛОВОЙ ЗАЩИТЫ	1

		КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ РАЗНЫХ КЛАССОВ. КЛАССИФИКАЦИЯ МАТЕРИАЛОВ ТЕПЛОЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ.ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТЕПЛОЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ.	
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.	1

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.	4
2	2	ПОНЯТИЕ ГИПЕРЗВУКОВОГО ТЕЧЕНИЯ. ГАЗОВАЯ ДИНАМИКА ОБТЕКАНИЯ СФЕРИЧЕСКОГО ТЕЛА ГИПЕРЗВУКОВЫМ ПОТОКОМ. ТЕРМОДИНАМИКА ГИПЕРЗВУКОВОГО ТЕЧЕНИЯ	4
3	3	ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЕ И ХИМИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ГАЗА В ПОГРАНИЧНОМ СЛОЕ.	4
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.	4
5	5	НЕКОТОРЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГАЗОВЫХ СМЕСЕЙ. МЕХАНИЗМ БЛОКИРОВКИ КОНВЕКТИВНОГО ТЕПЛОВОГО 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.	6
6	6	ОСОБЕННОСТИ ЛУЧИСТОГО ТЕПЛООБМЕНА НА НЕПРОНИЦАЕМОЙ СТЕНКЕ. ОСОБЕННОСТИ ЛУЧИСТОГО ТЕПЛООБМЕНА НА ПРОНИЦАЕМОЙ ПОВЕРХНОСТИ.ТЕПЛОАККУМУЛИРУЮЩАЯ И РАДИАЦИОННАЯ СИСТЕМА ТЕПЛОВОЙ ЗАЩИТЫ. ТЕПЛОВАЯ ЗАЩИТА С ЖИДКИМИ	6

		ТЕПЛОНОСИТЕЛЯМИ.ГИДРОГАЗОДИНАМИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ТЕПЛОВОЙ ЗАЩИТЫ. ТЕПЛОВАЯ ЗАЩИТА ПОРИСТЫМ ОХЛАЖДЕНИЕМ.	
7	7	ФАКТОРЫ, ВОЗДЕЙСТВУЮЩИЕ НА ТЕПЛОВУЮ ЗАЩИТУ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ.ОСОБЕННОСТИ ТЕПЛОВОЙ ЗАЩИТЫ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ РАЗНЫХ КЛАССОВ.КЛАССИФИКАЦИЯ МАТЕРИАЛОВ ТЕПЛОЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ.ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТЕПЛОЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ.	6
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 МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РАЗРУШЕНИЯ СТЕКЛОПЛАСТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ В ПОТОКЕ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО ВОЗДУХА.	6

5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС		
Вид работы и содержание задания	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц)	Кол-во часов
подготовка к зачету	основная и дополнительная литература	10
подготовка к практическим занятиям	основная и дополнительная литература	50

6. Инновационные образовательные технологии, используемые в учебном процессе

Инновационные формы учебных занятий	Вид работы (Л, ПЗ, ЛР)	Краткое описание	Кол-во ауд. часов
проведение интерактивных лекций	Лекции	использование презентаций при проведении лекционных занятий	4

Собственные инновационные способы и методы, используемые в образовательном процессе

Инновационные формы обучения	Краткое описание и примеры использования в темах и разделах
нет	нет

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	ПК-8 способностью проводить математическое моделирование разрабатываемого изделия и его подсистем с использованием методов системного подхода и современных программных продуктов для прогнозирования поведения, оптимизации и изучения функционирования изделия в целом, а также его подсистем с учетом используемых материалов, ожидаемых рисков и возможных отказов	зачет	1-34
Все разделы	ПК-8 способностью проводить математическое моделирование разрабатываемого изделия и его подсистем с использованием методов системного подхода и современных программных продуктов для прогнозирования поведения, оптимизации и изучения функционирования изделия в целом, а также его подсистем с учетом используемых материалов, ожидаемых рисков и возможных отказов	письменный опрос	1 - 34

7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

Вид контроля	Процедуры проведения и оценивания	Критерии оценивания
зачет	Каждому студенту выдается индивидуальное задание, стоящее из 25 вопросов. Задания сформулированы таким образом, чтобы охватить изученные разделы дисциплины.	Зачтено: правильный ответ на более 60% вопросов задания. Не зачтено: правильные ответы менее чем на 60% вопросов задания
письменный опрос	Используется бально-рейтинговая система оценки, утвержденная приказом ректора университета № 179 от 24.05.19. В семестре 3 опроса содержащих 3 вопроса. За правильный ответ-2 балла, частично правильный 1 балл, неправинльный -0.	Зачтено: 60 и более % рейтинга мероприятия. Не зачтено: менее 60 % рейтинга мероприятия.

7.3. Типовые контрольные задания

Вид контроля	Типовые контрольные задания
зачет	1 -34 Вопросы к РП по ТЗП.docx
письменный опрос	1-34 Вопросы к РП по ТЗП.docx

8. 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

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Ракетно-космическая техника. Машиностроение. Энциклопедия. Т. IV-22 В двух книгах. Книга первая, 2012. -925 с. Аджян А.П., Аким Э.Л., Алифанов О.М., Андреев А.Н.
2	Основная литература	Электронный каталог ЮУрГУ	Машиностроение Разд. I : Инженерные методы расчетов Т. I-2 : Теоретическая механика. Термодинамика. Теплообмен/ К. С. Колесников, В. В. Румянцев, А. И. Леонтьев и др.; Ред.-сост. К. С. Колесников, А. И. Леонтьев : Энцикл.: В 40 т. / Ред. совет: К. В. Фролов (пред.) и др. М. : Машиностроение , 2003
3	Основная литература	Электронный каталог ЮУрГУ	Полежаев, Ю. В. Тепловая защита / Под ред. А. В. Лыков, М. : Энергия , 1976, 391 с. : ил.
4	Основная литература	Электронный каталог ЮУрГУ	Никитин, А. Т. Теплозащитные покрытия в динамике сплошных сред Отв. ред. Е. И. Несис. - Ростов на Дону: Издательство Ростовского университета, 1982. - 252 с. ил.
5	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Красильщиков, А.П. Экспериментальные исследования тел вращения в гиперзвуковых потоках. [Электронный ресурс] / А.П. Красильщиков, Л.П. Гурьяшкин. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2007. — 208 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/47553 — Загл. с экрана.
6	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Гиперзвуковая аэродинамика и тепломассообмен современных космических аппаратов и зондов. [Электронный ресурс] : моногр. / Г.А. Тирский [и др.]. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2011. — 548 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/59565 — Загл. с экрана.
7	Дополнительная	Электронно-	Никольский, В.В. Расчёт баллистических и массовых

	литература	библиотечная система издательства Лань	характеристик транспортных космических аппаратов: практическое пособие для вузов. [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — СПб. : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2014. — 35 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/63694 — Загл. с экрана.
8	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Основы проектирования летательных аппаратов (транспортные системы). Учебное пособие для технических вузов. [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.П. Мишин [и др.]. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2005. — 375 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/812 — Загл. с экрана.

9. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)

Перечень используемых информационных справочных систем:

1. -Стандартинформ(бессрочно)
2. -База данных ВИНИТИ РАН(бессрочно)

10. 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	246 (2)	основное оборудование, компьютерная техника
Лекции	246 (2)	основное оборудование, компьютерная техника
Самостоятельная работа студента	246 (2)	компьютерная техника, программное обеспечение