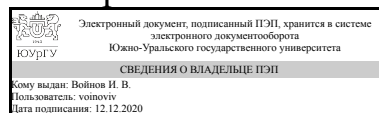


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Декан факультета
Филиал г. Миасс
Электротехнический



И. В. Войнов

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

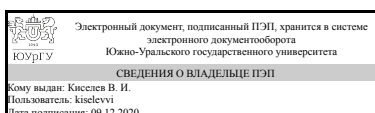
специализация Ракетные транспортные системы

форма обучения очная

кафедра-разработчик Прикладная математика и ракетодинамика

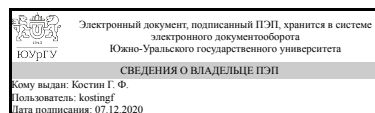
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов, утверждённым приказом Минобрнауки от 01.12.2016 № 1517

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



В. И. Киселев

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



Г. Ф. Костин

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.

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 велика. 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)
<p>ПСК-1.1 способностью разрабатывать компоновочные схемы, определять состав и обосновывать выбор характеристик бортовых систем и двигательных установок ракет-носителей и баллистических ракет</p>	<p>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.</p>
	<p>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</p>
	<p>Владеть: навыками инженерных методов расчета температурных полей; навыками инженерных методов выбора материалов; выбора эффективных способов тепловой защиты и охлаждения элементов ЛА.</p>
<p>ОК-16 способностью самостоятельно или в составе группы вести научный поиск, реализуя специальные средства и методы получения нового знания</p>	<p>Знать: актуальные задачи и проблемы создания средств тепловой защиты ЛА;</p>
	<p>Уметь: создавать математические модели, позволяющие анализировать тепловые процессы ЛА;</p>
	<p>Владеть: выбора эффективных способов тепловой защиты и терморегуляции элементов ЛА.</p>

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
<p>Б.1.06 Физика, Б.1.36 Вычислительная техника в инженерной практике, Б.1.24 Термодинамика и теплопередача, Б.1.33 Проектирование конструкций РКТ из композиционных материалов</p>	<p>Б.1.49 Системы управления ракет, Производственная практика, преддипломная практика (11 семестр)</p>

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

Дисциплина	Требования
<p>Б.1.36 Вычислительная техника в инженерной практике</p>	<p>Знать: теорию функций комплексного переменного и операционное исчисление; основы методов оптимизации; Уметь: решать задачи теории функции комплексного</p>

	переменного и операционного исчисления; составлять и отлаживать алгоритмы для решения задач на персональной электронно-вычислительной машине (ПЭВМ), анализировать полученные результаты; Владеть: типовыми программными комплексами и языками программирования для решения математических, физических и биологических задач.
Б.1.06 Физика	Знать: основные физические теории, позволяющие описать явления в природе, и пределов применимости этих теорий для решения современных и перспективных профессиональных задач; Уметь: использовать научно-техническую литературу для получения профессиональных знаний; Владеть: навыками по применению положений фундаментальной физики к грамотному научному анализу ситуаций, с которыми бакалавру придется сталкиваться при создании или использовании новой техники и новых технологий.
Б.1.24 Термодинамика и теплопередача	Знать: Статистики Уметь: Применять математические методы в расчетах и при проектировании и разработке элементов, приборов и систем управляющих, пилотажно-навигационных и электроэнергетических комплексов Владеть: Навыками применения математических методов, формирования адекватных математических и физических моделей
Б.1.33 Проектирование конструкций РКТ из композиционных материалов	Знать: основы устройства и технологии изготовления элементов ракет из композиционных материалов. Уметь: проектировать, конструировать отдельные элементы ДУ и элементов корпусов ракеты в целом из композиционных материалов, в том числе особо легких и прочных. Владеть: методами решения задач по проектированию и конструированию устройств как двигательных установок и энергосистем, так и любых других элементов ракет из композиционных материалов.

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
<i>Аудиторные занятия:</i>	48	48
Лекции (Л)	8	8

Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	40	40
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	60	60
Подготовка конспектов	10	10
Подготовка реферата	20	20
Выступление с докладом на семинарском занятии	10	10
Подготовка к зачету	20	20
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.	6	1	5	0
2	Термогазодинамика гиперзвуковых течений	5	1	4	0
3	Особенности термодинамики высокотемпературного газа	6	1	5	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	6	1	5	0
6	Особенности лучистого теплообмена при полете космических аппаратов в плотных слоях атмосферы с гиперзвуковыми скоростями	5	1	4	0
7	Методы и средства тепловой защиты космических летательных аппаратов	6	1	5	0
8	Теплозащитные покрытия	4,5	0,5	4	0
9	Разрушение теплозащитных материалов при аэродинамическом нагреве	4,5	0,5	4	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.	1
6	5	Некоторые характеристики газовых смесей. Механизм блокировки	1

		конвективного теплового потока при вдуве газа в пограничный слой. физическая сущность тепло- и массообмена при вдуве газа в пограничный слой.	
8	6	Особенности лучистого теплообмена на непроницаемой стенке. Особенности лучистого теплообмена на проницаемой поверхности.	1
9-10	7	Теплоаккумулирующая и радиационная система тепловой защиты. Тепловая защита с жидкими теплоносителями. Гидрогазодинамические системы тепловой защиты. Тепловая защита пористым охлаждением.	1
11-12	8	Факторы, воздействующие на тепловую защиту космических аппаратов. особенности тепловой защиты космических аппаратов разных классов. Классификация материалов теплозащитных покрытий. эффективность теплозащитных покрытий.	0,5
13	9	Разрушение теплозащитных материалов при аэродинамическом нагреве. Механизм разрушения химически разлагающихся теплозащитных материалов.	0,5

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.	5
2	2	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
3	3	Термодинамическое и химическое состояние газа в пограничном слое	5
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.	5
6	6	Особенности лучистого теплообмена на непроницаемой стенке. Особенности лучистого теплообмена на проницаемой поверхности.	4
7	7	Теплоаккумулирующая и радиационная система тепловой защиты. Тепловая защита с жидкими теплоносителями. гидрогазодинамические системы тепловой защиты. Тепловая защита пористым охлаждением	5

8	8	Факторы, воздействующие на тепловую защиту космических аппаратов.особенности тепловой защиты космических аппаратов разных классов.классификация материалов теплозащитных покрытий.эффективность теплозащитных покрытий.	4
9	9	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.	4

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 конспектов	Елисеев, В. Н. Теплообмен и тепловые испытания материалов и конструкций аэрокосмической техники при радиационном нагреве [Текст] : монография / В. Н. Елисеев. - М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014 Глава 4. Параграф 4.2. Стр.127-137 Глава 7. Параграфы 7.1.1-7.1.3. Стр. 239-253.	10
Подготовка реферата	Кудинов, В. А. Техническая термодинамика и теплопередача [Текст] : учебник для академического бакалавриата/ В. А. Кудинов, Э. М. Карташов, Е. В. Стефанюк. - 3-е изд., испр. и доп. - М. : Юрайт, 2015	20
Подготовка к зачету	Кудинов, В. А. Техническая термодинамика и теплопередача [Текст] : учебник для академического бакалавриата/ В. А. Кудинов, Э. М. Карташов, Е. В. Стефанюк. - 3-е изд., испр. и доп. - М. : Юрайт, 2015	20
Выступление с докладом на семинарском занятии	Кудинов, В. А. Техническая термодинамика и теплопередача [Текст] : учебник для академического бакалавриата/ В. А. Кудинов, Э. М. Карташов, Е. В. Стефанюк. - 3-е изд., испр. и доп. - М. : Юрайт, 2015	10

6. Инновационные образовательные технологии, используемые в учебном процессе

Инновационные формы учебных занятий	Вид работы (Л, ПЗ, ЛР)	Краткое описание	Кол-во ауд. часов
Компьютерное	Практические	Математическое моделирование процессов	5

моделирование и практический анализ результатов	занятия и семинары	теплообмена и тепломассобмена в ТЗП, пограничного слоя, газодинамических характеристик, ламинарного и турбулентного течений высокоскоростных ЛА.	
Мастер-классы экспертов и специалистов	Практические занятия и семинары	построение математических моделей сложных систем ТЗП и терморегулировании ЛА	5
Разбор конкретных ситуаций	Практические занятия и семинары	Математическое моделирование функционирования систем ЛА при проектировании систем ТЗП и терморегулировании ЛА	5

Собственные инновационные способы и методы, используемые в образовательном процессе

Инновационные формы обучения	Краткое описание и примеры использования в темах и разделах
Компьютерное моделирование и практический анализ результатов	Математическое моделирование процессов теплообмена и тепломассобмена в ТЗП, пограничного слоя, газодинамических характеристик, ламинарного и турбулентного течений высокоскоростных ЛА.

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-1.1 способностью разрабатывать компоновочные схемы, определять состав и обосновывать выбор характеристик бортовых систем и двигательных установок ракет-носителей и баллистических ракет	зачёт	Вопросы к зачету №№1-35
Все разделы	ПСК-1.1 способностью разрабатывать компоновочные схемы, определять состав и обосновывать выбор характеристик бортовых систем и двигательных установок ракет-носителей и баллистических ракет	Реферат	Тему реферата студент выбирает самостоятельно из предложенных тем
Тепловая защита летательных аппаратов, её	ОК-16 способностью самостоятельно или в	Выступление с докладом на семинарском занятии	Тему доклада студент выбирает

необходимость и назначение.	составе группы вести научный поиск, реализуя специальные средства и методы получения нового знания		самостоятельно из предложенных тем
Особенности термодинамики высокотемпературного газа	ОК-16 способностью самостоятельно или в составе группы вести научный поиск, реализуя специальные средства и методы получения нового знания	Подготовка конспекта по теме "Особенности термодинамики высокотемпературного газа"	Глава 4. Параграф 4.2. Стр.127-137
Особенности тепло- и массообмена в системах тепловой защиты с проницаемой поверхностью	ОК-16 способностью самостоятельно или в составе группы вести научный поиск, реализуя специальные средства и методы получения нового знания	Подготовка конспекта по теме "Особенности тепло- и массообмена в системах тепловой защиты с проницаемой поверхностью"	Глава 7. Параграфы 7.1.1-7.1.3. Стр. 239-253.

7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

Вид контроля	Процедуры проведения и оценивания	Критерии оценивания
зачёт	Каждый студент устно опрашивается по билету, сформированному из вопросов, выносимых на зачет. Билет содержит два вопроса. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) Правильный ответ на вопрос соответствует 5 баллам. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 10.	Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равно 60 %. Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %
Выступление с докладом на семинарском занятии	Доклад выполняется студентом в течении изучения данного раздела дисциплины и предоставляется на семинарском занятии. Тему доклада студент выбирает самостоятельно, исходя из темы раздела. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) Реферат оценивается в 10 баллов. Общий балл складывается из следующих показателей: Творческий характер работы – 2 балла Логичность и обоснованность выводов - 2 балла. Умение ответить на вопросы - 1 балл. Максимальное количество баллов – 5. Весовой коэффициент мероприятия – 1.	Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равно 60 % Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %
Подготовка конспекта по теме "Особенности термодинамики	Подготовка конспекта по теме осуществляется во время изучения раздела и	Зачтено: рейтинг обучающегося за

высокотемпературного газа"	предоставляется на последнем занятии изучаемого раздела. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Полный конспект по теме соответствует 3 баллам. Частично полный конспект соответствует 2 баллам. Отсутствие конспекта соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 3. Весовой коэффициент мероприятия – 1.	мероприятие менее 60 % Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %
Реферат	Реферат выполняется студентом в течении изучения данной дисциплины и предоставляется на семинарском занятии. Тему доклада студент выбирает самостоятельно. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) Реферат оценивается в 10 баллов. Общий балл складывается из следующих показателей: Творческий характер работы – 4 балла Логичность и обоснованность выводов - 4 балла. Умение ответить на вопросы - 2 балл. Максимальное количество баллов – 10. Весовой коэффициент мероприятия – 1.	Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равно 60 %. Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %
Подготовка конспекта по теме "Особенности тепло- и массообмена в системах тепловой защиты с проницаемой поверхностью"	Подготовка конспекта по теме осуществляется во время изучения раздела и предоставляется на последнем занятии изучаемого раздела. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Полный конспект по теме соответствует 3 баллам. Частично полный конспект соответствует 2 баллам. Отсутствие конспекта соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 3. Весовой коэффициент мероприятия – 1.	Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равно 60 %. Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %

7.3. Типовые контрольные задания

Вид контроля	Типовые контрольные задания
зачёт	<ol style="list-style-type: none"> 1. Автомодельные переменные 2. Аналогия 3. Аэродинамический нагрев 4. Вдув 5. Гиперзвуковое обтекание 6. Деструкция 7. Диссоциация 8. Диффузионный режим разрушения 9. Диффузия

	10.Испарение 11.Кинетика химическая 12.Кинетический режим разрушения 13.Конвективный теплообмен 14.Конвективный тепловой поток 15.Коэффициент газификации 16.Коэффициент переноса 17.Ламинарное течение 18.Массообмен 19.Механизм разрушения 20.Оплавление 21.Параметры торможения 22.Пограничный слой 23.Радиационный(лучистый) тепловой поток 24. Рекомбинация 25.Скорость уноса массы 26.Сублимация 27. Сублимационный режим разрушения 28.Температура разрушения 29.Тепловая защита 30.Теплопроводность 31.Течение замороженное и равновесное 32.Турбулентное течение 33.Ударная волна 34.Физико-химическое превращение 35.Эффективная энтальпия разрушения
Выступление с докладом на семинарском занятии	Предлагаемые темы докладов: 1. Способы передачи теплоты 2. Передача теплоты теплопроводностью 3. Конвективный теплообмен (теплоотдача) 4. Лучистый теплообмен 5. Уравнение теплопроводности и условия однозначности 6. Физические свойства вещества 7. Источники тепла 8. Граничные условия 9. Геометрическая форма тела 10. Основные критерии подобия и безразмерные величины в задачах теплопроводности 11. Типы тепловых режимов
Подготовка конспекта по теме "Особенности термодинамики высокотемпературного газа"	Елисеев, В. Н. Теплообмен и тепловые испытания материалов и конструкций аэрокосмической техники при радиационном нагреве [Текст] : монография / В. Н. Елисеев. - М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014 Глава 4. Параграф 4.2. Стр.127-137
Реферат	Предлагаемые темы для реферата: 1. Некоторые элементарные задачи теплопроводности 2. Некоторые приемы упрощения условий однозначности 3. Принцип суперпозиции 4. Принцип эквивалентности 5. Принцип взаимности 6. Связи между решениями простых и сложных задач теплопередачи 7. Решение задач со сложными начальными условиями 8. Решение задач со сложными граничными условиями 9. Методы суперпозиции и эквивалентности в случае переменных

	теплофизических характеристик 10. Решение задач с внутренними источниками тепла 11. Решение задач прогрева тел сложной формы на основе решений для простых тел
Подготовка конспекта по теме "Особенности тепло- и массообмена в системах тепловой защиты с проницаемой поверхностью"	Елисеев, В. Н. Теплообмен и тепловые испытания материалов и конструкций аэрокосмической техники при радиационном нагреве [Текст] : монография / В. Н. Елисеев. - М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014 Глава 7. Параграфы 7.1.1-7.1.3. Стр. 239-253.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Сихарулидзе, Ю.Г. Баллистика и наведение летательных аппаратов [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — М. : Бином. Лаборатория знаний, 2015. — 413 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=70701
2. Иванов, Н. М. Баллистика и навигация космических аппаратов [Текст] : учебник для вузов / Н. М. Иванов, Л. Н. Лысенко. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана . 2016
3. Добровольский, М. В. Жидкостные ракетные двигатели. Основы проектирования [Текст] : учебник для вузов / М. В. Добровольский ; под ред. Д. А. Ягодникова. - 3-е изд., доп. - М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана . 2016
4. Кудинов, В. А. Техническая термодинамика и теплопередача [Текст] : учебник для академического бакалавриата/ В. А. Кудинов, Э. М. Карташов, Е. В. Стефанюк. - 3-е изд., испр. и доп. - М. : Юрайт, 2015

б) дополнительная литература:

1. Соловьев, В. А. Управление космическими полетами : учебное пособие. В 2-х ч. Ч. 1 / В. А. Соловьев. - М. : Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. - 476 с. : ил.
2. Тимнат, И. Ракетные двигатели на химическом топливе / И. Тимнат ; пер. с англ. В. А. Вебера, С. М. Фролова. - М. : Мир, 1990. - 294 с. : ил.
3. Афанасьев, В. А. Аналитическое решение дифференциальных уравнений в задачах управления техническими системами : учебное пособие / В. А. Афанасьев. - Челябинск : Издательский центр ЮУрГУ, 2009. - 24 с. + Электрон. текстовые дан. - Режим доступа : http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&key=000473107
4. Павлюк, Ю. С. Баллистическое проектирование ракет : учебное пособие для вузов / Ю. С. Павлюк. - Челябинск : ЧГТУ, 1996. - 92 с.
5. Орлов, Б. В. Термодинамические и баллистические основы проектирования ракетных двигателей на твердом топливе : учебное пособие / Б. В. Орлов, Г. Ю. Мазинг. - М. : Машиностроение, 1968. - 406 с.

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

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Павлюк Ю.С. Баллистическое проектирование ракет. Учебное пособие. - Челябинск: ЮУрГУ, 1996.-114 с., ил.
2. Бакланова, В.Г. Теплообменные аппараты низкотемпературных установок и систем термостатирования. Часть 1. «Аппараты трубчатого и пластинчато- ребристого типов» [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Г. Бакланова, Ю.А. Шевич. — Электрон. дан. — М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана (Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана), 2011. — 68 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=52215
3. Сборщиков, Г. С. Теплофизика и теплотехника. Теплофизика [Электронный ресурс] : практикум / Г. С. Сборщиков, С. И. Чибизова. - М. : МИСИС, 2012. - 104 с.
4. Бабкин, М. Ю. Теория горения и взрыва [Электронный ресурс] : метод. рекомендации к курсовой работе / М. Ю. Бабкин, С. И. Боровик ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Безопасность жизнедеятельности ; ЮУрГУ. - Челябинск , 2014. - Электрон. текстовые дан. - Режим доступа : http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&key=000528243

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

5. Павлюк Ю.С. Баллистическое проектирование ракет. Учебное пособие. - Челябинск: ЮУрГУ, 1996.-114 с., ил.
6. Бакланова, В.Г. Теплообменные аппараты низкотемпературных установок и систем термостатирования. Часть 1. «Аппараты трубчатого и пластинчато- ребристого типов» [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Г. Бакланова, Ю.А. Шевич. — Электрон. дан. — М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана (Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана), 2011. — 68 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=52215
7. Сборщиков, Г. С. Теплофизика и теплотехника. Теплофизика [Электронный ресурс] : практикум / Г. С. Сборщиков, С. И. Чибизова. - М. : МИСИС, 2012. - 104 с.
8. Бабкин, М. Ю. Теория горения и взрыва [Электронный ресурс] : метод. рекомендации к курсовой работе / М. Ю. Бабкин, С. И. Боровик ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Безопасность жизнедеятельности ; ЮУрГУ. - Челябинск , 2014. - Электрон. текстовые дан. - Режим доступа : http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&key=000528243

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование разработки	Наименование ресурса в электронной форме	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
1	Дополнительная литература	Дмитриевский, А.А. Внешняя баллистика: Учебник для студентов вузов [Электронный ресурс] : учебник / А.А. Дмитриевский, Л.Н. Лысенко. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2005. —	Электронно-библиотечная система издательства	Интернет / Свободный

		608 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=767	Лань	
2	Дополнительная литература	Павлюк, Ю. С. Основы устойчивости движения баллистических ракет с жестким корпусом : учебное пособие / Ю. С. Павлюк, В. Д. Сакулин. - Челябинск : Изд-во ЮУрГУ, 2002. - 53 с. : ил. + Электрон. текстовые дан.	Электронный каталог ЮУрГУ	ЛокальнаяСеть / Авторизованный
3	Дополнительная литература	Разношинская, А. В. Теория автоматического управления[Электрон. текстовые дан.] : учебное пособие по специальности 190202 "Многоцелевые гусеничные и колесные машины" и др. специальностям / А. В. Разношинская ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Колесные, гусеничные машины и автомобили ; ЮУрГУ. - Челябинск : Цицеро, 2013. - 75 с.	Электронный каталог ЮУрГУ	ЛокальнаяСеть / Авторизованный
4	Основная литература	Баннх, О.П. Основные конструкции и тепловой расчет теплообменников [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — Спб. : НИУ ИТМО (Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики), 2012. — 44 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=40719	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Свободный
5	Основная литература	Конвективный теплообмен летательных аппаратов [Электронный ресурс] : . — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2014. — 378 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59672	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Свободный
6	Дополнительная литература	Волков, К.Н. Течения и теплообмен в каналах и вращающихся полостях [Электронный ресурс] : / К.Н. Волков, В.Н. Емельянов. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2010. — 462 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=49099	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Свободный
7	Основная литература	Александров, Н.Е. Основы теории тепловых процессов и машин: в 2 ч. Часть 2 [Электронный ресурс] : / Н.Е. Александров, А.И. Богданов, К.И. Костин. — Электрон. дан. — М. : Лаборатория знаний, 2012. — 573 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=66296	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Свободный
8	Основная литература	Александров, Н.Е. Основы теории тепловых процессов и машин: в 2 ч. Часть 1 [Электронный ресурс] : / Н.Е. Александров, А.И. Богданов, К.И. Костин. — Электрон. дан. — М. : Лаборатория знаний, 2012. — 568 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=6629	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Свободный
9	Основная литература	Кудинов, И.В. Математическое моделирование гидродинамики и теплообмена в движущихся жидкостях [Электронный ресурс] : / И.В. Кудинов, В.А. Кудинов, А.В. Еремин [и др.]. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2015. — 208 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=56168	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Свободный
10	Основная литература	Матвеев, Н.К. Экранно-вакуумная теплоизоляция и определение её характеристик: учебное пособие для вузов [Электронный ресурс] : учебное пособие.	Электронно-библиотечная система	Интернет / Свободный

		— Электрон. дан. — СПб. : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова (Балтийский государственный технический университет «Военмех» имени Д.Ф. Устинова), 2012. — 42 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=64108	издательства Лань	
11	Дополнительная литература	Сорокин, В.А. Ракетно-прямоточные двигатели на твёрдых и пастообразных топливах [Электронный ресурс] : / В.А. Сорокин, Л.С. Яновский, В.А. Козлов [и др.]. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2010. — 318 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=49100	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Свободный
12	Основная литература	Сборщиков, Г. С. Теплофизика и теплотехника. Теплофизика [Электронный ресурс] : практикум / Г. С. Сборщиков, С. И. Чибизова. - М. : МИСИС, 2012. - 104 с.	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Свободный
13	Дополнительная литература	Основы проектирования летательных аппаратов (транспортные системы) : учебное пособие для технических вузов / В. П. Мишин, В. К. Безвербый, Б. М. Панкратов и др. ; под ред. А. М. Матвиенко, О. М. Алифанова. – 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Машиностроение, 2005. - 375 с. + Электронный ресурс.	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Свободный

9. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)

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
Лекции	306 (5)	1. Проектор портативный переносной; 2. Экран переносной.
Практические занятия и семинары	306 (5)	1. Проектор портативный переносной; 2. Экран переносной.
Самостоятельная работа студента	306 (5)	Не предусмотрено
Зачет, диф.зачет	306 (5)	Не предусмотрено