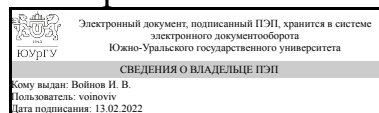


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Декан факультета
Филиал г. Миасс
Электротехнический



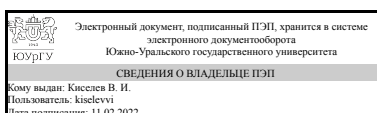
И. В. Войнов

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.С1.14 Проектирование систем теплозащиты и терморегуляции
летательных аппаратов
для специальности 24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и
ракетно-космических комплексов
уровень Специалитет
специализация Ракетные транспортные системы
форма обучения очная
кафедра-разработчик Прикладная математика и ракетодинамика

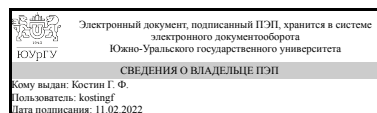
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению
подготовки 24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-
космических комплексов, утверждённым приказом Минобрнауки от 12.08.2020 №
964

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



В. И. Киселев

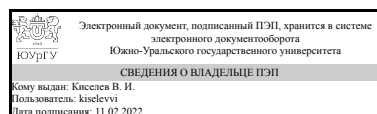
Разработчик программы,
д.техн.н., доц., профессор



Г. Ф. Костин

СОГЛАСОВАНО

Руководитель образовательной
программы
к.техн.н., доц.



В. И. Киселев

Миасс

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
ПК-1 Способен конструировать РКТ, ее составные части, системы и агрегаты	Знает: Актуальные задачи создания средств тепловой защиты ЛА; Назначение, области применения и методы тепловой защиты ЛА, ее классификацию по физическому принципу поглощения (отвода) теплоты ЛА. Умеет: 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» и «пассивной» систем тепловой защиты; Описывать определяющий механизм разрушения материалов ТЗП в условиях интенсивного нагрева. Имеет практический опыт: Расчета температурных полей; Выбора материала; Выбора эффективных способов тепловой защиты и терморегуляции элементов ЛА.

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Устройство летательных аппаратов, Проектирование специальных систем ракет и космических аппаратов, Технология производства изделий летательных аппаратов из композитных материалов	Производственная практика, преддипломная практика (11 семестр)

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

Дисциплина	Требования
Устройство летательных аппаратов	Знает: устройства и процессы, происходящие в изделиях ракетно-космической техники Умеет: обосновывать выбор устройств в изделиях ракетно-космической техники Имеет практический опыт: навыками выбора устройств и создания базы современных конструкций и технологий
Технология производства изделий летательных аппаратов из композитных материалов	Знает: методы наладки и оптимизации основных технологических процессов производства изделий ЛА из композитных материалов Умеет: выбирать композитные материалы по заданным эксплуатационным и технологическим свойствам изделий Имеет практический опыт: владения навыками выбора и размещения основного и вспомогательного оборудования для переработки композитов с учетом нормативных требований
Проектирование специальных систем ракет и	Знает: Теорию создания ракет-носителей, ракет

космических аппаратов	космического назначения и их систем; Методики проведения технических расчетов при конструировании РКТ; Методологию создания моделей, описывающих функционирование РКТ, ее составных частей, систем и агрегатов; Методологию создания ракет-носителей, ракет космического назначения и их систем; Отечественный и зарубежный опыт использования РКТ, разработки и реализации радикальных инноваций; Руководящие, методические и нормативные технические документации в области создания и эксплуатации РКТ Умеет: Применять методики проведения общих и специальных расчетов для получения необходимых технических данных; Применять программные средства общего и специального назначения для интеллектуальной обработки полученных данных и цифрового моделирования путей их применения; Читать и анализировать проектную и рабочую конструкторскую документацию для определения состава и устройства изделия Имеет практический опыт: Сбора и анализа научно-технической информации по созданию составных частей, изделий, комплексов и их систем; Разработки математических моделей реальных явлений и процессов, описывающих функционирование проектируемых составных частей, изделий, комплексов и их систем; Цифрового моделирования реальных процессов, описывающих функционирование проектируемых составных частей, изделий, комплексов и их систем
-----------------------	--

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 56,5 ч. контактной работы

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)	32	32
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	51,5	51,5
с применением дистанционных образовательных технологий	0	

Подготовка к экзамену	20	20
Подготовка конспектов	15	15
Подготовка реферата	16,5	16.5
Консультации и промежуточная аттестация	8,5	8,5
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен

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	4	2	0
2	Термогазодинамика гиперзвуковых течений	6	4	2	0
3	Особенности термодинамики высокотемпературного газа	6	4	2	0
4	Тепло- и массообмен на непроницаемой поверхности при обтекании тела гиперзвуковым потоком.	6	4	2	0
5	Особенности тепло- и массообмена в системах тепловой защиты с проницаемой поверхностью	6	4	2	0
6	Особенности лучистого теплообмена при полете космических аппаратов в плотных слоях атмосферы с гиперзвуковыми скоростями	6	4	2	0
7	Методы и средства тепловой защиты космических летательных аппаратов	6	4	2	0
8	Теплозащитные покрытия	3	2	1	0
9	Разрушение теплозащитных материалов при аэродинамическом нагреве	3	2	1	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1-2	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
3-4	2	Понятие гиперзвукового течения. газовая динамика обтекания сферического тела гиперзвуковым потоком. термодинамика гиперзвукового течения.	4
5-6	3	Термодинамическое и химическое состояние газа в пограничном слое	4
7-8	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.	4
9-10	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.	4
11-12	6	Особенности лучистого теплообмена на непроницаемой стенке. Особенности	4

		лучистого теплообмена на проницаемой поверхности.	
13-14	7	Теплоаккумулирующая и радиационная система тепловой защиты. Тепловая защита с жидкими теплоносителями. Гидрогазодинамические системы тепловой защиты. Тепловая защита пористым охлаждением.	4
15	8	Факторы, воздействующие на тепловую защиту космических аппаратов. особенности тепловой защиты космических аппаратов разных классов. Классификация материалов теплозащитных покрытий. эффективность теплозащитных покрытий.	2
16	9	Разрушение теплозащитных материалов при аэродинамическом нагреве. Механизм разрушения химически разлагающихся теплозащитных материалов.	2

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	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
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 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-охлаждителя через перфорированную поверхность.	2
6	6	Особенности лучистого теплообмена на непроницаемой стенке. Особенности лучистого теплообмена на проницаемой поверхности.	2
7	7	Теплоаккумулирующая и радиационная система тепловой защиты. Тепловая защита с жидкими теплоносителями. гидрогазодинамические системы тепловой защиты. Тепловая защита пористым охлаждением	2
8	8	Факторы, воздействующие на тепловую защиту космических аппаратов. особенности тепловой защиты космических аппаратов разных классов. классификация материалов теплозащитных покрытий. эффективность теплозащитных покрытий.	1

8	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.	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 экзамену	ПУМД осн. лит. 1, 2; доп. лит. 1, 2; ЭУМД осн. лит. 2, 3, 5-8; доп. лит. 1, 4, 9; метод. пос. 1-4.	10	20
Подготовка конспектов	ПУМД доп. лит. 2	10	15
Подготовка реферата	ПУМД осн. лит. 2	10	16,5

6. Текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация

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	10	Текущий контроль	Подготовка конспекта по теме "Особенности термодинамики высокотемпературного газа"	1	3	Подготовка конспекта по теме осуществляется во время изучения раздела и предоставляется на последнем занятии изучаемого раздела. Полный конспект по теме соответствует 3 баллам. Частично полный конспект соответствует 2 баллам. Отсутствие конспекта соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 3.	экзамен
2	10	Текущий контроль	Подготовка конспекта по теме "Особенности тепло- и массообмена в системах тепловой защиты с проницаемой поверхностью"	1	3	Подготовка конспекта по теме осуществляется во время изучения раздела и предоставляется на последнем занятии изучаемого раздела. Полный конспект по теме соответствует 3 баллам. Частично полный конспект соответствует 2	экзамен

						баллам. Отсутствие конспекта соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 3.	
3	10	Текущий контроль	Реферат	1	10	Реферат выполняется студентом в течении изучения данной дисциплины и предоставляется на семинарском занятии. Тему доклада студент выбирает самостоятельно. 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.	экзамен
4	10	Текущий контроль	Выступление с докладом на семинарском занятии	1	5	Доклад выполняется студентом в течении изучения данного раздела дисциплины и предоставляется на семинарском занятии. Тему доклада студент выбирает самостоятельно, исходя из темы раздела. Доклад оценивается в 5 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.	экзамен
5	10	Промежуточная аттестация	Экзамен	-	20	Экзамен проводится в устной форме по экзаменационным билетам. Экзаменационный билет включает в себя 2 вопроса, позволяющих оценить сформированность компетенций. На ответы отводится 0,5 часа. Правильный ответ на вопрос соответствует 10 баллам. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 20.	экзамен

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
экзамен	Экзамен проводится в устной форме по экзаменационным билетам. Экзаменационный билет включает в себя 2 вопроса, позволяющих оценить сформированность компетенций. На	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

	ответы отводится 0,5 часа. 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 10 баллам. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 20.	
--	---	--

6.3. Оценочные материалы

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ				
		1	2	3	4	5
ПК-1	Знает: Актуальные задачи создания средств тепловой защиты ЛА; Назначение, области применения и методы тепловой защиты ЛА, ее классификацию по физическому принципу поглощения (отвода) теплоты ЛА.	++	++	++	++	++
ПК-1	Умеет: 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» и «пассивной» систем тепловой защиты; Описывать определяющий механизм разрушения материалов ТЗП в условиях интенсивного нагрева.	++	++	++	++	++
ПК-1	Имеет практический опыт: Расчета температурных полей; Выбора материала; Выбора эффективных способов тепловой защиты и терморегуляции элементов ЛА.	++	++	++	++	++

Фонды оценочных средств по каждому контрольному мероприятию находятся в приложениях.

7. 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. 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. 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.
2. 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

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

Не предусмотрены

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. 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
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. Павлюк Ю.С. Баллистическое проектирование ракет. Учебное пособие. - Челябинск: ЮУрГУ, 1996.-114 с., ил.
4. Сборщиков, Г. С. Теплофизика и теплотехника. Теплофизика [Электронный ресурс] : практикум / Г. С. Сборщиков, С. И. Чибизова. - М. : МИСИС, 2012. - 104 с.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. 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
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. Павлюк Ю.С. Баллистическое проектирование ракет. Учебное пособие. - Челябинск: ЮУрГУ, 1996.-114 с., ил.
4. Сборщиков, Г. С. Теплофизика и теплотехника. Теплофизика [Электронный ресурс] : практикум / Г. С. Сборщиков, С. И. Чибизова. - М. : МИСИС, 2012. - 104 с.

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства	Дмитриевский, А.А. Внешняя баллистика: Учебник для студентов вузов [Электронный ресурс] : учебник / А.А. Дмитриевский, Л.Н. Лысенко. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2005. — 608 с. — Режим доступа:

		Лань	http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=767
2	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	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
3	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	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
4	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	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
5	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	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
6	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	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
7	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	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
8	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Матвеев, Н.К. Экранно-вакуумная теплоизоляция и определение её характеристик: учебное пособие для вузов [Электронный ресурс] : учебное пособие. — 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?pl1_id=64108
9	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	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?pl1_id=49100

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)

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