

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



Утверждаю

Проректор по УМР ОмГТУ

Л. О. Штриплинг

« 03 » 2017 год

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА


по дисциплине

«ТЕРМОДИНАМИКА И ТЕПЛОПЕРЕДАЧА»

24.05.02 – Проектирование авиационных и ракетных двигателей

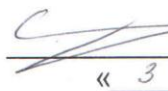
Разработана в соответствии с ООП по направлению подготовки специалитета 24.05.02 – «Проектирование авиационных и ракетных двигателей».

Программу составил:
к.т.н., доцент каф. ХКТТ


 /Г.И.Чернов/

Обсуждена на заседании кафедры ХКТТ от «3» марта 2017 г. № 6

Зав. кафедрой ХКТТ

 /В.Л. Юша/
«3» 03 2017г.

Руководитель ООП,
зав. кафедрой «Авиа- и ракетостроение»
к.т.н., доцент

 /А. Б. Яковлев/
«3» 03 2017г.

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Термодинамика и теплопередача» является создание у будущего специалиста теоретической базы для специальных дисциплин, а также формирование навыков проведения анализа процессов преобразования тепла и его передачи, имеющих место в области ракетостроения.

Основные задачи дисциплины: 1) получение знаний о различных процессах преобразования энергии и передачи тепла; 2) получение навыков по расчету различных термодинамических процессов, процессов передачи тепла.

2. Место дисциплины

Дисциплина «Термодинамика и теплопередача» базируется на знаниях полученных студентом при изучении дисциплин: «Математика», «Физика».

Одновременно изучаемые дисциплины: «Гидравлика».

Последующие дисциплины: профильные спецдисциплины.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

3.1. В результате изучения дисциплины «Термодинамика и теплопередача» должны быть сформированы следующие компетенции:

Шифр направления	Формируемая компетенция (формулировка - (шифр))
24.05.02	– творческим принятием основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применением методов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОК-10)

3.2. В результате освоения дисциплины студент должен демонстрировать освоение указанными компетенциями по дескрипторам «знания, умения, владения», соответствующие тематическим модулям дисциплины, и применимые в их последующем обучении и профессиональной деятельности:

- Знать:

З.1. Основные понятия термодинамики и теплопередачи;

З.2. Основные законы и уравнения термодинамики и теплопередачи;

З.3. Методики использования тепловых диаграмм, таблиц теплофизических свойств рабочих веществ и компьютерных программ свойств рабочих веществ.

- Уметь:

У.1. Применять законы термодинамики для анализа и расчета термодинамических процессов и циклов;

У.2. Применять уравнения тепломассообмена для анализа процессов передачи тепла.

- Владеть:

В.1. Навыками по расчету термодинамических процессов и циклов, а также процессов тепломассообмена.

3.3. Проектируемые результаты и признаки формирования компетенций

Индекс компетенции	Проектируемые результаты освоения дисциплины «Термодинамика и теплопередача» и индикаторы формирования компетенций			Средства и технологии оценки	Технологии формирования компетенции
	Знания (З)	Умения (У)	Навыки (В)		
24.05.02					
ОК-10	3.1-3.3	У.1-У.2	В.1	зачет, домашнее задание, устный опрос	п. 6.1.1-6.1.4*

Примечание:

* – см. пункт 6.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы в часах и зачетных единицах

Очная форма обучения

Вид занятий	Всего (час./зач.ед.)	1	2	3	4	5	6	7	8
		семестры							
Всего аудиторных занятий:	72			72					
Лекции	36			36					
Практические занятия (семинары)	18			18					
Лабораторные работы	18			18					
Самостоятельная работа:	36			36					
Курсовой проект (работа)	-			-					
Расчетно-графические работы	-			-					
Рефераты	-			-					
Домашнее задание	10			10					
Проработка лекций, подготовка к лекциям	26			26					
Подготовка к экзамену	-			-					
Всего по дисциплине	108/3			108					
Вид аттестации за семестр (зачет, экзамен)	Зач.			Зач.					

5. Содержание разделов дисциплины по модулям и видам учебных занятий:

5.1. Содержание дисциплины по модулям

1. Основные понятия термодинамики.
2. Законы термодинамики.
3. Термодинамические свойства рабочих веществ.
4. Основные термодинамические процессы.
5. Термодинамические циклы.
6. Законы и уравнения передачи тепла и массы.
7. Передача тепла теплопроводностью.
8. Передача тепла конвекцией.
9. Передача тепла излучением.

Содержание модулей	Форма обучения
	О
	Кол-во часов
<p>Модуль 1. Основные понятия термодинамики Термодинамическая система и ее границы, окружающая среда, рабочее тело, основные параметры состояния рабочего тела, равновесное и неравновесное состояние, равновесный и неравновесный термодинамический процесс, уравнения состояния идеального газа, газовые смеси, реальные газы, уравнения состояния реальных газов, внутренняя энергия рабочего тела, теплота, работа, энтальпия, энтропия.</p>	4/3
<p>Модуль 2. Законы термодинамики Первый закон термодинамики, второй закон термодинамики, возрастание энтропии в изолированной системе.</p>	2/2
<p>Модуль 3. Термодинамические свойства рабочих веществ Теплоёмкость газов, виды теплоемкости, уравнение Майера, истинная и средняя теплоемкости, теплоёмкость смесей, фазовые диаграммы рабочих веществ, водяной пар, парообразование при постоянном давлении, P- V – диаграмма для водяного пара, влажный воздух, I-d диаграмма для влажного воздуха</p>	4/3
<p>Модуль 4. Основные термодинамические процессы Обратимый и необратимый термодинамический процесс; изохорный, изобарный, изотермический, адиабатный и политропный процессы; процесс дросселирования; процессы смешивания; процесс истечения газа из сопла</p>	4/2
<p>Модуль 5. Термодинамические циклы Круговой термодинамический процесс или цикл, прямой и обратный циклы, прямой обратимый цикл Карно, обратный обратимый цикл Карно, обратимые и необратимые произвольные циклы, циклы ДВС, циклы газовой турбины, паровые циклы (цикл Ренкина), анализ эффективности циклов, холодильные циклы.</p>	4/3
<p>Модуль 6. Законы и уравнения передачи тепла и массы Способы передачи тепла (конвекция, теплопроводность, излучение), температурные поля (стационарные и нестационарные), температурный градиент, тепловой поток, закон Фурье, уравнение навье-Стокса, дифференциальное уравнение теплопроводности, условие однозначности, дифференциальное уравнение энергии, уравнение Навье-Стокса, уравнение неразрывности, система уравнений конвективного теплообмена, уравнения Прандтля для теплового пограничного слоя, законы излучения черного тела, уравнение массообмена</p>	5/4
<p>Модуль 7. Передача тепла теплопроводностью Передача тепла через плоскую стенку, передача тепла через цилиндрическую стенку, критический диаметр, передача теплоты через шаровую стенку, интенсификация теплопередачи, теплопередача через оребренную стенку (плоскую и цилиндрическую), эффективность оребрения, охлаждение (нагревание) неограниченной пластины, определение количество отданного (полученного) тепла, охлаждение и нагревание тел конечных размеров, регулярный режим охлаждения и нагрева.</p>	5/3
<p>Модуль 8. Передача тепла конвекцией Физические свойства жидкости, гидродинамический и тепловой пограничный слой, основы теории подобия, приведение уравнений к безразмерному виду (критериальные уравнения), теплообмен при вынужденном движении</p>	4/3

вдоль плоской пластины, теплообмен при вынужденном течении жидкости в трубах, теплообмен при вынужденном поперечном омывании труб и пучков труб, теплообмен при естественной конвекции около вертикальной пластины и горизонтальной трубы при капиллярном и турбулентном рабочем слое, теплообмен при конденсации пара, теплообмен при пленочной конденсации пара, теплообмен при капельной конденсации, теплообмен при пузырьковом кипении, теплообмен при пленочном кипении.	
Модуль 9. Передача тепла излучением Теплообмен излучением в системе тел с плоско направленными поверхностями, теплообмен излучением между телом и его оболочкой, теплообмен излучением между двумя произвольно расположенными телами в пространстве, теплообмен излучением при наличии отражающих поверхностей, особенности излучения газов и паров.	4/3
ИТОГО	36/26

Примечание:

1) *Формы обучения: О- очная.*

2) $X_{общ}/Y_{общ}$ – *общее количество часов (лекции/самостоятельная работа) по дисциплине*

5.2. Содержание курса практических и лабораторных занятий

5.2.1. Содержание практических занятий

Наименование практических занятий	Форма обучения
	О Кол-во часов
Модуль 1. Основные понятия термодинамики Определение параметров термодинамической системы на основе уравнения состояния	2
Модуль 2. Законы термодинамики Применение первого и второго законов термодинамики для анализа процессов, протекающих в термодинамических системах	2
Модуль 3. Термодинамические свойства рабочих веществ Определение теплоёмкостей системы	2
Модуль 4. Основные термодинамические процессы Расчёт основных термодинамических процессов	2
Модуль 5. Термодинамические циклы Расчёт термодинамических циклов	4
Модуль 7. Передача тепла теплопроводностью Расчёт передачи тепла теплопроводностью	2
Модуль 8. Передача тепла конвекцией Расчёт передачи тепла конвекцией	2
Модуль 9. Передача тепла излучением Расчёт передачи тепла излучением	2
ИТОГО	18

Примечание:

1) *Формы обучения: О- очная.*

5.2.2. Содержание лабораторных работ

Наименование лабораторных работ	Форма обучения
	О
	Кол-во часов
Модуль 4. Основные термодинамические процессы Адиабатное истечение газа через суживающееся сопло	4
Модуль 7. Передача тепла теплопроводностью Исследование теплопроводности материала методом пластины	4
Модуль 8. Передача тепла конвекцией Исследование теплопередачи при свободной конвекции воздуха возле горизонтального цилиндра	4
Модуль 8. Передача тепла конвекцией Исследование теплопередачи при свободной конвекции воздуха возле вертикального цилиндра	4
Модуль 9. Передача тепла излучением Определение коэффициента излучения электропроводящих материалов калориметрическим методом	2
ИТОГО	18

6. Образовательные технологии

6.1 Для достижения планируемых результатов освоения дисциплины «Термодинамика и теплопередача» используются следующие технологии:

6.1.1. Информационно-развивающие технологии:

Цель – подготовка специалиста, владеющего стройной системой знаний, обладающего большим запасом информации.

Используемые технологии:

- использование мультимедийного оборудования при проведении занятий;
- получение студентом необходимой учебной информации под руководством преподавателя или самостоятельно (www.omgtu.ru) или (<https://sites.google.com/site/khktit/>);
- метод IT–применение компьютеров для доступа к Internet-ресурсам;

6.1.2. Деятельностные практико-ориентированные технологии:

Цель – подготовка специалиста, способного квалифицированно решать профессиональные задачи.

Используемые технологии:

- организация профессионально-ориентированной учебно-исследовательской работы;
- контекстное обучение – мотивация студентов к усвоению знаний путем выстраивания отношений между конкретным знанием и его применением;

6.1.3. Развивающие проблемно-ориентированные технологии:

Цель – подготовка специалиста, способного проблемно мыслить, видеть и формулировать проблемы, выбирать способы и средства для их решения:

Используемые технологии:

- «проблемное обучение» («проблемные» лекции) – стимулирование студентов самостоятельно «добывать» знания, необходимые для решения конкретно поставленной задачи;
- «работа в команде» – совместная деятельность студентов в группе под руководством лидера, направленная на решение общей поставленной задачи;
- case-study;
- обучение на основе опыта – активизация познавательной деятельности студентов за счет ассоциации их собственного опыта с предметом изучения;
- «междисциплинарное обучение» – использование знаний из разных областей, группируемых и концентрируемых в контексте конкретных задач;

6.1.4. Личностно ориентированные технологии обучения:

Цель – формирование в процессе обучения активной личности, способной самостоятельно корректировать свою учебно-познавательную деятельность.

Используемые технологии:

- консультации;
- «индивидуальное обучение» – выстраивание для студентов собственных образовательных траекторий с учетом интересов и предпочтений студента;
- «опережающая самостоятельная работа» – изучение студентами нового материала до его изложения преподавателем на лекции или других аудиторных занятиях;
- подготовка к докладам на студенческих конференциях.

Методы	Лекция	Практические занятия	СРС
Метод ИТ		+	+
Case-study		+	
Проблемное обучение	+	+	
Контекстное обучение	+	+	+
Обучение на основе опыта	+	+	+
Индивидуальное обучение		+	+
Междисциплинарное обучение	+	+	+
Опережающая самостоятельная работа		+	+

6.2. Интерактивные формы обучения (в соответствии с положением П ОмГТУ 75.03-2012. «Об использовании в образовательном процессе активных и интерактивных форм проведения учебных занятий»)

№	Семестр, модуль	Применяемые технологии интерактивного обучения	Кол-во ауд. часов
1	3 семестр Модуль 1	Практические занятия. Case – Study СРС. Опережающая самостоятельная работа	2
2	3 семестр Модуль 2.	Практические занятия. Case – Study СРС. Метод проектов. Работа в команде.	2
3	3 семестр Модуль 3	Практические занятия. Case – Study СРС. Опережающая самостоятельная работа	2
4	3 семестр Модуль 4	Практические занятия. Case – Study СРС. Опережающая самостоятельная работа	2
5	3 семестр Модуль 5	Практические занятия. Case – Study СРС. Опережающая самостоятельная работа	2
6	3 семестр Модуль 6	Практические занятия. Case – Study СРС. Опережающая самостоятельная работа	2
ИТОГО			12

7. Самостоятельная работа студентов

Самостоятельная работа направлена на закрепление и углубление полученных теоретических и практических знаний, развитие навыков практической работы.

7.1. Объем СРС и распределение по видам учебных работ в часах Очная форма обучения

Вид СРС	Количество часов		
	С е м е с т р ы		
			3
1. Работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.			26
2. Выполнение домашнего задания			10
ИТОГО			36
ИТОГО по дисциплине	36		

Примечание:

Обоснование трудоемкости (в часах) на выполнение СРС: анкетирование и опрос студентов о времени затраченном ими на самостоятельное изучение учебника и учебных пособий, подготовку к экзамену/ зачету.

7.2. Темы домашних заданий:

1. Расчёт состояния рабочего тела (модуль 1).
2. Применение первого закона термодинамики при анализе термодинамической системы (модуль 2).
3. Определение параметров рабочего вещества по диаграмме (модуль 3).
4. Расчёт термодинамических процессов (модуль 4).
5. Расчёт термодинамического цикла (модуль 5).
6. Расчёт передачи тепла теплопроводностью (модуль 7).
7. Расчёт передачи тепла конвекцией (модуль 8).
8. Расчёт передачи тепла излучением (модуль 9).

8.1. Фонды оценочных средств (в соответствии с П ОмГТУ 73.05 «О фонде оценочных средств по дисциплине»)

Фонд оценочных средств позволяет оценить знания, умения и уровень приобретенных компетенций.

Фонд оценочных средств по дисциплине «Термодинамика и теплопередача» включает:

- вопросы к зачету;
- варианты домашнего задания;
- задания для проведения занятий в интерактивной форме.

Оценка качества освоения программы дисциплины «Термодинамика и теплопередача» включает текущий контроль успеваемости, промежуточную аттестацию (по модулям), итоговую аттестацию.

Студентам предоставлена возможность оценивания содержания, организации и качества учебного процесса.

8.2. Контрольные вопросы по дисциплине

Модуль 1.

- 1 Что такое термодинамическая система, ее границы, внешняя среда?
- 2 Что такое рабочее тело, какие основные термодинамические параметры?
- 3 Что такое идеальный газ, какие параметры входят в уравнение состояния идеального газа?

- 4 Чем отличается газовая постоянная от универсальной газовой постоянной?
- 5 Какие вы знаете уравнения состояния реальных газов?
- 6 Какие Вам известны газовые законы для идеального газа?

Модуль 2.

- 7 Какие Вам известны теплоемкости газов?
- 8 Что такое теплота и работа, чем отличается теплота от работы?
- 9 Что выражает первый закон термодинамики?
- 10 Что такое внутренняя энергия?
- 11 Чем отличается энтальпия от внутренней энергии?
- 12 Как изобразить работу расширения в p - v - диаграмме?
- 13 Как изобразить техническую работу в p - v - диаграмме?

Модуль 3.

- 14 Где применяются процессы при $v=\text{const}$, как изображается изохорный процесс в p - v и T - s диаграмме?
- 15 В каких аппаратах применяются процессы при $p=\text{const}$, как изображается изобарный процесс в p - v и T - s диаграмме?
- 16 Как изображается изотермический процесс в p - v и T - s диаграмме?

Модуль 4.

- 17 В каких машинах применяется изотермический процесс сжатия и расширения?
- 18 Какой процесс называется адиабатным, чему равен коэффициент адиабаты?
- 19 Чему равна работа в адиабатном процессе?
- 20 Какие процессы включает понятие «политропный процесс»?
- 21 Что такое коэффициент политропы и чему он равен?
- 22 Как записывается второй закон термодинамики?
- 23 Что понимается под энтропией?
- 24 Чему равна максимальная работа в процессах расширения?
- 25 Какие источники тепла Вам известны?
- 26 Что понимается под циклом?
- 27 Что характеризует цикл Карно?
- 28 Где применяются циклы Стирлинга и Эриксона с регенерацией тепла?
- 29 Какие известны циклы внутреннего сгорания?
- 30 Какие процессы включает теоретическая индикаторная диаграмма компрессора?
- 31 Как подсчитать работу, затрачиваемую в компрессоре?
- 32 Какие процессы включает теоретическая индикаторная диаграмма детандера?
- 33 Как подсчитать работу, производимую детандером?
- 34 Зачем необходимы многоступенчатые компрессоры?
- 35 Как происходят процессы в многоступенчатом компрессоре?
- 36 Что такое сухой насыщенный пар?
- 37 Что такое влажный насыщенный пар?
- 38 Что такое перегретый пар?
- 39 Как найти энтропию пара?
- 40 Для чего необходима тепловая диаграмма T - S ?
- 41 Какие основные линии и области диаграммы T - S ?
- 42 Как изображается изохорный, изобарный, изотермический и адиабатный процесс в T - S диаграмме?
- 43 Что такое скорость звука в газах и парах?
- 44 Чему равно критическое отношение давлений при истечении из сопла?
- 45 Что вносит сопротивление при истечении газов?
- 46 Что такое дросселирование (мятие) газов и паров?
- 47 Чему равен дроссель-эффект?

Модуль 5.

- 48 Какие элементы включает паросиловая установка?
- 49 Какие процессы включает теплосилового цикл?
- 50 Для чего нужен перегрев пара?
- 51 Какие элементы включает воздушная холодильная установка?
- 52 Какие процессы включает воздушный холодильный цикл?
- 53 Какие элементы включает паровая компрессорная холодильная установка?
- 54 Какие процессы составляют пароконденсационный холодильный цикл?
- 55 Что такое влажный воздух?
- 56 Какие характеристики известны влажного воздуха?
- 57 Как определить влагосодержание воздуха по $i-d$ диаграмме?

Модуль 6.

- 58 Какой закон лежит в основе дифференциального уравнения теплопроводности?
- 59 Какие существуют виды граничных условий?
- 60 Что такое коэффициент температуропроводности?
- 61 Что такое тройная аналогия?
- 62 Что такое регулярный режим?

Модуль 7.

- 63 Чем определяется существование критического диаметра?

Модуль 8.

- 64 Что такое конвективный теплообмен?
- 65 Что такое критическое число Рейнольдса?
- 66 Что такое гидродинамический и тепловой пограничный слой?
- 67 В чем состоит идея метода размерности?
- 68 Что является причинами естественной конвекции?
- 69 Что такое фазовое превращение?
- 70 Чем обусловлено наличие разных режимов кипения?
- 71 Что такое пленочная конденсация?
- 72 Что такое кризис кипения?

Модуль 9.

- 73 Назовите законы излучения черного тела.
- 74 Какие виды лучистых потоков Вы знаете?
- 75 Что такое вектор излучения?
- 76 Что такое коэффициент поглощения?

9. Ресурсное обеспечение дисциплины

9.1. Материально-техническое обеспечение дисциплины

9.1.1. Специализированные аудитории и компьютерные классы:

Компьютерный класс: Компьютерный класс с персональными компьютерами на базе процессора Intel Pentium IV – 16 шт., объединённых в локальную сеть; мультимедийный проектор – 1 шт.

Комплект установок для исследования узлов охлаждения компрессорного оборудования (в том числе на базе компрессорной установки и компрессоров Atlas Copco LT22/20CV) – 1 шт.; приборы и системы контроля температуры, давления, расхода жидких и газовых сред – 10 шт.; компьютер на базе процессора Intel Pentium IV – 1 шт

9.1.2. Технические средства обучения и контроля:

9.1.2.1. Мультимедийная лекционная аудитория.

9.1.2.2. При выполнении практических работ и домашнего задания - применение расчетных и графических программ по обработке результатов расчета.

9.2. Учебно-методическое и информационное обеспечение

9.2.1. Основная литература

1. Белоглазов, В.П. Теоретические основы теплотехники. Техническая термодинамика [Электронный ресурс]: учеб.электрон.изд.локального распространения: учеб.пособие/В.П. Белоглазов, В.И. Гриценко; ОмГТУ. – Электрон.текстовые дан. (2,09 Мб). – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2013.
2. Кудинов, В.А. Теплотехника: учебное пособие / В.А. Кудинов, Э.М. Карташов, Е.В. Стефанюк. – М.: КУРС: НИЦ ИНФРА – М, 2015. – 424 с. – ЭБС «Znanium».

9.2.2. Дополнительная литература

1. Чернов, Г.И. Техническая термодинамика: курс лекций/ Г.И. Чернов. – ОмГТУ: Изд-во ОмГТУ, 2012. – 114 с.
2. Задачник по технической термодинамике и теории тепломассообмена: учеб. пособие для вузов / В. Н. Афанасьев [и др.] ; под ред. В. И. Крутова, Г. Б. Петрожицкого. - 2-е изд., стер. - СПб. : БХВ-Петербург, 2011. - 383 с.
3. Кудинов, В.А. Техническая термодинамика и теплопередача [Электронный ресурс]: учеб.для акад.бакалавриата: учеб.для вузов по инженерно-техн.направлениям и специальностям/ В.А. Кудинов, Э.М. Карташов, Е.В. Стефанюк. – 3-е изд., испр. И доп. – Электрон.дан. – М.: Юрайт, 2016 – 1 on-line, [442] с. – ЭБС Юрайт.

9.2.3. Периодические издания

1. Холодильная техника. 1996 – 2017.
2. Омский научный вестник. Сер. Приборы, машины и технологии. 2006 – 2017
3. Физика газов и жидкостей. Термодинамика и статистическая физика: РЖ. 2001 – 2010.

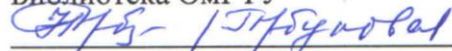
9.2.4. Информационные ресурсы

1. Научная электронная библиотека elibrary.ru
2. Интегрум
3. ЭБС «АРБУЗ»
4. ЭБС «Znanium»
5. ЭБС Юрайт

полным перечнем методических указаний для практических занятий, лабораторного практикума и выполнения СРС можно ознакомиться на сайте кафедры: www.omgtu.ru (<https://sites.google.com/site/khktit>/<https://sites.google.com/site/khktit/>).

Согласованно:

Библиотека ОмГТУ



(штамп КО и подпись зам. директора библиотеки)

