

Федеральное агентство по образованию Ульяновский государственный университет	Форма	
Рабочая программа по дисциплине «Термодинамика и теплопередача»		

**УТВЕРЖДЕНО**  
 Ученым советом инженерно-физического факультета высоких технологий  
 Протокол № 07-08/02-19-10 от «29» августа 2012 г.  
 Председатель А.А.Соловьев  
(подпись, расшифровка подписи)

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Дисциплина:	<u>Термодинамика и теплопередача</u>
	_____
Кафедра:	Физических методов в прикладных исследованиях
	(ФМПИ) аббревиатура

подготовки бакалавра.

Специальности (направления) 131000.62 «Нефтегазовое дело»

Квалификация (степень) выпускника - бакалавр

Программа пересмотрена (актуализирована) на заседании кафедры  
 Протокол № \_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » 20 \_\_\_\_ г

Дата введения в учебный процесс УлГУ: « 01 » сентября 2012 г.

Сведения о разработчиках:

ФИО	Аббревиатура кафедры	Ученая степень, звание
Наседкина Юлия Федоровна	ФМПИ	К.ф.-м.н.

Заведующий кафедрой
Б.М. Костишко / _____ / <small>(ФИО)</small> <small>(Подпись)</small> <small>« ____ » _____ 2012 г.</small>

Федеральное агентство по образованию Ульяновский государственный университет	Форма	
Рабочая программа по дисциплине «Термодинамика и теплопередача»		

### ***Цели и задачи изучения дисциплины.***

Целью курса является изучение раздела «Термодинамика и теплопередача» блока общетехнических дисциплин специальностей 130100 «Нефтегазовое дело». Курс «Теплотехника» имеет прикладную направленность и включает ряд задач, важных при изучении других дисциплин.

Целью курса является формирование у студентов навыков исследования физических процессов, теоретических и практических умений применения основных законов термодинамики к реальным устройствам.

#### ***1. Требования к уровню освоения дисциплины:***

иметь представление:

- о параметрах, описывающих состояния термодинамической системы;
- о способах описания состояния термодинамической системы и термодинамическом процессе;
- о химической реакции и химическом равновесии термодинамической системы;
- о методах анализа эффективности циклов тепловых установок;
- о видах теплопередачи и основных законах движения тепловых потоков;
- о классификации теплообменных аппаратов;
- об энергетических и экологических проблемах использования теплоты;

знать:

- способы описания и основные характеристики термодинамической системы;
- основные законы (начала) термодинамики;
- способы изменения состояния термодинамической системы;
- особенности циклов компрессоров, двигателей внутреннего сгорания, газотурбинных, паросиловых и холодильных установок;
- основные законы, описывающие процессы тепло- и массообмена;
- основные характеристики топлив;

уметь:

- описывать состояние термодинамической системы и изменение этого состояния;
- различать процессы изменения состояний термодинамической системы;
- определять по виду индикаторной диаграммы тип устройства и термодинамического цикла;
- определять параметры работы компрессоров, двигателей внутреннего сгорания, газотурбинных, паросиловых и холодильных установок;
- записывать уравнения реакций сгорания топлив и определять стехиометрический состав продуктов сгорания;
- определять низшую теплоту сгорания топлив;
- рассчитывать необходимые размеры устройств для перемещения нефтепродуктов или продуктов их сгорания;

приобрести навыки:

- решения задач по нахождению параметров состояния (и их изменения) термодинамической системы;
- определения по виду индикаторной диаграммы типа тепловой машины и проходящего в ней термодинамического цикла;
- определения по виду индикаторной диаграммы устройства его основных ха-

Федеральное агентство по образованию Ульяновский государственный университет	Форма	
Рабочая программа по дисциплине «Термодинамика и теплопередача»		

рактеристик;

- расчета параметров различного вида теплообмена;
  - определения типа процесса горения; вычисления расхода топлива, теплоты сгорания горючего, расхода воздуха и продуктов сгорания;
- владеть, иметь опыт:
- определения теплопроводности твердых материалов методом плоского слоя;
  - расчета параметров теплоотдачи при естественной конвекции в атмосфере различных газов;
  - определения энергетических характеристик теплообмена калориметрическим методом;
  - исследования работы теплообменного аппарата.

В результате освоения дисциплины «Термодинамика и теплопередача» у студентов формируются следующие общекультурные компетенции (ОК):

- культура мышления. . способность постановки цели и выбора путей его достижения. Способность к обобщению, анализу, восприятию информации (ОК-1)
- умение логически верно, аргументировано и ясно строить устную и письменную речь (ОК-2)
- Результатом изучения дисциплины является формирование у студентов следующих профессиональных компетенций(ПК):
  - Обладать базовыми знаниями фундаментальных разделов физики в объеме,
  - необходимом для освоения материальной базы информационных технологий (ПК-2)
  - иметь способности использовать технологии разработки объектов профессиональной деятельности в различных областях: машиностроение, приборостроение, наука. техника, энергетика, ядерная энергетика, силовая электроника, металлургия, строительство, транспорт, железнодорожный транспорт, связь, телекоммуникации, медиаиндустрия (ПК-18)

## 2. Объем дисциплины.

### 3.1. Объем дисциплины и виды учебной работы:

Вид учебной работы	Количество часов (форма обучения <u>дневная</u> )		
	Всего по плану	В т.ч. по семестрам	
		4	
Аудиторные занятия:			
Лекции	18	18	
практические и семинарские за-	18	18	

Федеральное агентство по образованию Ульяновский государственный университет	Форма	
Рабочая программа по дисциплине «Термодинамика и теплопередача»		

Назначения				
лабораторные работы (лабораторный практикум)	18	18		
Самостоятельная работа	72	72		
Всего часов по дисциплине	126			
Текущий контроль (количество и вид)				
Курсовая работа				
Виды промежуточного контроля (экзамен, зачет)	зачет	зачет		

3.2. Распределение часов по темам и видам учебной работы:

Форма обучения дневная

Название и разделов и тем	Всего	Виды учебных занятий			Самостоятельная работа	
		Аудиторные занятия				
		лекции	практические занятия, семинар	лабораторная работа		
1. Основные законы технической термодинамики		4	8	8		
2. Термодинамические циклы		4	4			
3. Теплообменные аппараты		8	4	10		
4. Экологические проблемы использования теплоты		2	2			
Итого		18	18	18		

### 3. Содержание курса.

#### Тема 1. Основные законы технической термодинамики

1.1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ЗАКОНЫ ТЕРМОДИНАМИКИ. Основные понятия и определения. Термодинамическая система и рабочее тело. Газовые смеси. Параметры и функции состояния. Уравнения состояния. Основные начала термодинамики.

1.2. ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ. Термодинамические процессы с идеальным газом. Политропный процесс. Изоэнтропный и изотермический процессы. Изобарный и изохорный процессы. Исследование политропных процессов.

#### Тема 2. Термодинамические циклы

2.1. ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ ЦИКЛЫ. Понятие о круговом процессе. Прямой и обратный цикл. Циклы поршневых двигателей внутреннего сгорания. Циклы реактивных движ-

Федеральное агентство по образованию Ульяновский государственный университет	Форма	
Рабочая программа по дисциплине «Термодинамика и теплопередача»		

гателей, газотурбинных установок. Компрессоры.

2.2. ВОДЯНОЙ ПАР. Термодинамические процессы с водяным паром. Диаграммы  $pV$ ,  $Ts$ ,  $sh$ . Циклы паросиловых установок (прямой и обратный). Влажный воздух, его свойства. Н-Д – диаграмма влажного воздуха.

2.3. ЭЛЕМЕНТЫ ХИМИЧЕСКОЙ ТЕРМОДИНАМИКИ. Термодинамическое равновесие. Состав топлив, химические реакции, тепловые эффекты. Низшая теплота сгорания топлив. Общая характеристика топлив.

2.4. ОСНОВЫ ГОРЕНИЯ. ТОПЛИВО. Твердые, жидкие, газовые топлива. Моторные топлива для поршневых ДВС. Основные характеристики топлив. Реакции и продукты сгорания топлив. Рабочее тело тепловых ДВС.

### **Тема 3. Теплообменные аппараты**

3.1. ОСНОВЫ ТЕПЛООБМЕНА. Виды теплообмена. Основные законы переноса теплоты. Основные законы переноса вещества.

3.2. ОСНОВЫ МАССООБМЕНА. Диффузия с поверхности. Испарение воды в воздухе.

3.3. ТЕПЛООБМЕННЫЕ УСТРОЙСТВА. Типы теплообменных аппаратов. Изменение температуры теплоносителей. Температурный напор. Коэффициент теплопередачи. Тепловая эффективность. Гидравлический расчет теплообменных аппаратов. Регенеративные теплообменники.

### **Тема 4. Экологические проблемы использования теплоты**

4.1. ОСНОВЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ. ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ. Токсичность продуктов сгорания. Воздействие токсичных выбросов на человека и окружающую среду. Теплообмен в атмосфере и на поверхности Земли. Парниковый эффект.

4.2. ПРИМЕНЕНИЕ ТЕПЛОТЫ В ОТРАСЛИ. ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ. Энергопотребление на автомобильном транспорте.

### **4. Темы практических или семинарских занятий.**

#### **ТЕМАТИКА СЕМИНАРОВ**

1. Основные термодинамические функции, параметры состояния. Уравнение состояния газа.
2. Газовые смеси. Закон Дальтона
3. Теплоемкость газа. Тепловой баланс
4. Термодинамические процессы. Диаграммы состояния.
5. Сжатие газа в компрессоре. Индикаторные диаграммы компрессора
6. Циклы тепловых установок. Индикаторные диаграммы ДВС, ГТУ.
7. Химическое равновесие. Процессы горения.
8. Теплопроводность и теплопередача при стационарном режиме.
9. Теплообменные аппараты.

### **5. Лабораторный практикум.**

Работа 1. Определение теплопроводности твердых материалов методом пластины при имитационном моделировании процесса теплообмена

Работа 2. Определение коэффициента излучения электропроводящих материалов калориметрическим методом при имитационном моделировании процесса теплообмена

Работа 3. Исследование теплоотдачи при естественной конвекции около горизонтального цилиндра методом имитационного моделирования процесса теплообмена

Работа 4. Изучение процесса адиабатного истечения газа через сужающееся сопло при имитационном моделировании

Работа 5. Исследование теплоотдачи при вынужденном движении воздуха в трубе ме-

Федеральное агентство по образованию Ульяновский государственный университет	Форма	
Рабочая программа по дисциплине «Термодинамика и теплопередача»		

тодом имитационного моделирования процесса теплообмена

Работа 6. Исследование работы теплообменного аппарата при имитационном моделировании

**6. Тематика курсовых, контрольных работ, рефератов.**

Не предусмотрено.

Федеральное агентство по образованию Ульяновский государственный университет	Форма	
Рабочая программа по дисциплине «Термодинамика и теплопередача»		

## ТЕСТЫ ДЛЯ САМОАТТЕСТАЦИИ СТУДЕНТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ТЕПЛОТЕХНИКА»

1. Термодинамическая система является гомогенной, если
  - A) она состоит из нескольких фаз одного и того же вещества;
  - Б) ее физические и химические свойства одинаковы во всех ее частях;
  - В) она состоит из одной фазы вещества и имеет одинаковые физические свойства во всех частях;
  - Г) ее термодинамические параметры не изменяются.
  
2. Давление газа, его абсолютная температура и удельный объем
  - A) являются интенсивными параметрами;
  - Б) являются экстенсивными параметрами;
  - В) давление и удельный объем - экстенсивные, температура - интенсивный параметр;
  - В) давление и удельный объем - интенсивные, температура - экстенсивный параметр.
  
3. Абсолютное давление
  - A) определяется по показаниям двух приборов – манометра и барометра формулой  $p_{abc} = p_{man} + p_{bar}$ ;
  - Б) А) определяется по показаниям двух приборов – манометра и барометра формулой  $p_{abc} = p_{man} - p_{bar}$ ;
  - В) определяется только по показаниям манометра;
  - Г) определяется только по показаниям барометра.
  
4. Термодинамическая система называется термодеформационной, если
  - A) над ней совершается механическая работа;
  - Б) она является термически изолированной;
  - В) она способна к теплообмену только в форме теплоты и механической работы;
  - Г) она может участвовать во всех видах теплообмена.
  
5. Запишите уравнение состояния идеального газа.
  
6. Число Авогадро  $N_A$ 
  - A) определяет массу 1 м<sup>3</sup> идеального газа;
  - Б) определяет количество молекул в одном моле вещества;
  - В) связывает давление газа и его плотность;
  - Г) связывает давление газа и его температуру.
  
7. Теплоемкость вещества
  - A) определяет скорость теплообмена с другими веществами;
  - Б) равна количеству теплоты, переданному через единицу площади в единицу времени;

Федеральное агентство по образованию Ульяновский государственный университет	Форма	
Рабочая программа по дисциплине «Термодинамика и теплопередача»		

- B) равна количеству теплоты, необходимому для нагрева тела массой 1 кг на 1К;  
 Г) равна количеству теплоты, необходимому для нагрева тела на 1К.

8. Запишите первое начало термодинамики.

9. Внутренняя энергия U, энтропия S, энтальпия H, абсолютная температура T

- A) являются функциями состояния системы;  
 Б) являются параметрами состояния системы;  
 В) U, T – параметры состояния, S, H – функции состояния;  
 Г) T – параметр состояния, U, S, H – функции состояния.

10. Все естественные природные процессы

- A) являются необратимыми;  
 Б) являются обратимыми;  
 В) являются квазистатическими;  
 Г) сопровождаются теплоотдачей.

11. При неизменной концентрации частиц идеального газа средняя кинетическая энергия теплового движения его молекул увеличилась в 3 раза. При этом давление газа

- A) уменьшилось в 3 раза;  
 Б) увеличилось в 3 раза;  
 В) увеличилось в 9 раз;  
 Г) не изменилось.

12. На рисунке изображен график зависимости давления газа на стенки сосуда от температуры. Какой процесс изменения состояния газа изображен?

- A) изobarное нагревание;  
 Б) изохорное охлаждение;  
 В) изотермическое сжатие;  
 Г) изохорное нагревание.



13. Внутренняя энергия идеального газа при его охлаждении

- A) увеличивается;  
 Б) уменьшается;  
 В) увеличивается или уменьшается в зависимости от изменения объема;  
 Г) не изменяется.

14. Температура кипения воды зависит от

- A) мощности нагревателя;  
 Б) вещества сосуда, в котором нагревается вода;  
 В) атмосферного давления;  
 Г) начальной температуры воды.

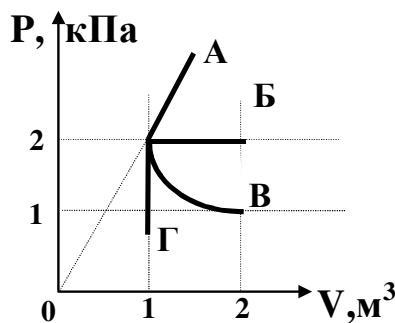
15. Тепловой двигатель за цикл получает от нагревателя количество теплоты, равное 3 кДж и отдает холодильнику количество теплоты, равное 2,4 кДж. КПД двигателя равен

Федеральное агентство по образованию Ульяновский государственный университет	Форма	
Рабочая программа по дисциплине «Термодинамика и теплопередача»		

- A) 20%      Б) 25%      В) 80%      Г) 120%

16. При нагревании текстолитовой пластинки массой 0,2 кг от 30° С до 90° С потребовалось затратить 18 кДж энергии. Следовательно, удельная теплоемкость текстолита равна

- А) 0,75 кДж/(кг·К)
- Б) 1 кДж/(кг·К)
- В) 1,5 кДж/(кг·К)
- Г) 3 кДж/(кг·К)



17. Какой из графиков, изображенных на рисунке, соответствует процессу, проведенному при постоянной температуре газа?

- A) А      Б      В      Г)      Г

18. Максимальный КПД тепловой машины с температурой нагревателя 227° С и температурой холодильника 27° С равен

- 1) 100 %      2) 88 %      3) 60 %      4) 40 %

19. Изохорный, изобарный, изотермический и адиабатный процессы

- А) являются частными случаями политропного процесса;
- Б) описываются линейными функциями на рv-диаграмме;
- В) связаны с изменением агрегатного состояния вещества;
- Г) происходят в системе без взаимодействия с внешней средой.

20. Плотность азота при давлении 1.5 МПа  $\rho=3 \text{ кг}/\text{м}^3$ . Его температура равна

- А) 168 К;
- Б) 1684 К;
- В) 168400 К;
- Г) 2000 К.

21. Емкость баллона с кислородом, используемого для автогенной сварки,  $V=100 \text{ л}$ . Давление  $p = 12 \text{ МПа}$  и температура  $t = 16^\circ \text{ С}$ . Масса кислорода равна

- А) 289 кг;
- Б) 16 кг;
- В) 1600 кг;
- Г) 16000 кг.

22. Показатель политропы равен 2. Объем газа увеличился в 3 раза. Это означает, что

Федеральное агентство по образованию Ульяновский государственный университет	Форма	
Рабочая программа по дисциплине «Термодинамика и теплопередача»		

- A) давление уменьшилось в 3 раза;  
 Б) давление увеличилось в 3 раза;  
 В) давление уменьшилось в 6 раз;  
 Г) давление уменьшилось в 9 раз.
23. Инжектор - это
- А) парожидкостной струйный компрессор;  
 Б) многоступенчатый поршневой компрессор;  
 В) газотурбинный компрессор;  
 Г) объемный тепловой компрессор.
24. Степень сжатия  $\epsilon$  теплового двигателя равна
- А) отношению давлений в начале и в конце сгорания топлива;  
 Б) отношение объемов при положении поршня в начале и в конце процесса сжатия;  
 В) величина давления в положении нижней мертвоточки;  
 Г) отношение давлений в начале и в конце рабочего хода.
25. Индикаторная диаграмма - это
- А) зависимость давления  $p$  от температуры  $T$  для данной массы рабочего тела;  
 Б) зависимость удельного объема  $v$  от температуры  $T$  для данной массы рабочего тела;  
 В) зависимость давления  $p$  от удельного объема  $v$  рабочего тела;  
 Г) зависимость энталпии  $H$  от давления  $p$ .
26. Термический КПД цикла реального теплового двигателя
- А) определяется только температурой процесса;  
 Б) зависит только от степени сжатия  $\epsilon$ ;  
 В) зависит от трения поршня о стенки цилиндра и гидравлических сопротивлений клапанов;  
 Г) определяется только термодинамическими параметрами цикла.
27. Конструкция двигателей внутреннего сгорания, работающих по циклу Тринклера-Сабатэ
- А) не отличается от остальных типов ДВС;  
 Б) отличается присутствием форкамеры;  
 В) требует подвода тепла от дополнительного источника.
28. Известно, что в объеме, равном  $4 \text{ дм}^3$ , находится  $5 \text{ г}$  кислорода при температуре  $t = 150^\circ\text{C}$ , а давление кислорода равно  $1.373$  бар. Молекула кислорода является
- А) одноатомной молекулой;  
 Б) двухатомной молекулой;  
 В) трехатомной молекулой;  
 Г) данных недостаточно.

Федеральное агентство по образованию Ульяновский государственный университет	Форма	
Рабочая программа по дисциплине «Термодинамика и теплопередача»		

29. Свинцовый шар падает с высоты 80 м на твердую поверхность. При этом кинетическая энергия шара переходит в тепло, 80% которого им усваивается. Теплоемкость свинца  $c_p=0.1256 \text{ кДж/(кг} \cdot \text{град)}$ . Шар нагреется
- А) на 500 К;
  - Б) на 5000 К;
  - В) на 5 К;
  - Г) на 0,5 К.
30. Плотность воздуха при определенных условиях равна  $1.293 \text{ кг}/\text{м}^3$ . Его удельный объем равен
- А)  $1293 \text{ м}^3/\text{кг}$ ;
  - Б)  $77 \text{ м}^3/\text{кг}$ ;
  - В)  $1000 \text{ м}^3/\text{кг}$ ;
  - Г)  $0,77 \text{ м}^3/\text{кг}$ .
31. Ракетные двигатели отличаются от воздушно-реактивных:
- А) ракета несет на борту запас как горючего, так и окислителя;
  - Б) воздушно-реактивный двигатель несет на борту запас как горючего, так и окислителя;
  - В) ракеты работают на твердом топливе;
  - Г) конструкционных отличий нет.

## 7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Наседкина Ю.Ф. Теплотехника: учебно-методическое пособие/- Ульяновск: УлГУ, 2008. – 158 с.
2. Теплотехника: Учебник для вузов/ В.Н. Луканин, М.Г. Шатров, Г.М. Камфер и др., под ред. В.Н. Луканина. М.: Высшая школа, 2003. – 671 с.
3. Сборник задач по термодинамике и теплопередаче./А.В.Болгарский, и др. Учебное пособие для студентов ВУЗов. М.:Высшая школа. 1972 – 304 с.
4. Кириллин В.А. и др. Техническая термодинамика: учебник для ВУЗов/М.: Энергоатомиздат, 1983. – 416 с.
5. Краснощеков Е.А., Сукомел А.С. Задачник по теплопередаче: Учебное пособие для ВУЗов. – М.: Энергия, 1980.-288 с.