

Министерство образования и науки Российской Федерации
 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
 высшего образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича
Столетовых»
 (ВлГУ)



«УТВЕРЖДАЮ»
 Профессор
 по учебно-методической работе
 _____ А.А Панфилов
 « 11 » мая 2015г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Тепломассообмен»

Направление подготовки 13.03.03 – энергетическое машиностроение
 Профиль/ программа подготовки – двигатели внутреннего сгорания
 Уровень высшего образования – бакалавриат
 Форма обучения – очная

Семестр	Трудоем- кость зач. ед., час.	Лекций, час.	Практич. занятий, час.	Лаборат. работ, час.	СРС, час.	Форма промежут очного контр. (экз., час.)
4	4/144	18	36	18	36	Экз.36
Итого	4/144	18	36	18	36	Экз.36

Мож

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины «Тепломассообмен» являются:

- изучение фундаментальных законов тепломассообмена, особенностей процессов передачи теплоты в различных термодинамических средах;
- изучение параметров, позволяющих дать качественную и количественную характеристику процессов передачи теплоты;
- формирование навыков анализа процессов тепломассообмена в машинах и аппаратах, их агрегатах и узлах, в окружающей среде;
- изучение основных закономерностей процессов тепломассообмена, протекающих в тепловых двигателях, холодильных установках и др. агрегатах.

Задачи дисциплины:

- ознакомить студентов с параметрами, характеризующими состояние рабочих тел, указать на взаимосвязи между параметрами состояния;
- сформировать навыки использования законов передачи теплоты при проектировании и совершенствовании энергетических установок;
- дать представление об основных процессах передачи и преобразования теплоты в двигателях и холодильных установках;
- обучить студентов основам оценки эффективности энергетических машин и установок.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина относится к базовой части блока Б1 структуры программы бакалавриата. Для успешного изучения курса студенты должны быть знакомы с основными положениями высшей математики (дифференциальное и интегральное исчисление), физики (молекулярно-кинетическая теория), термодинамики и химии.

Дисциплина закладывает знания для успешного изучения целого ряда естественнонаучных и узкоспециальных дисциплин. Она дает студентам знания о законах превращения тепла и энергии в работу и работы в энергию. Позволяет научиться оперировать свойствами рабочих тел, проводить исследование тепловых процессов и циклов, оценивать их энергетические параметры и эффективность.

Знания о строении вещества, полученные при изучении термодинамики, физики и химии, позволяют студентам составить целостную, реальную картину физических процессов и тепловых явлений, происходящих в термодинамическом рабочем теле.

Знания, полученные в курсе высшей математики позволяют существенно облегчить изучение математического аппарата, лежащего в основе описания тепловых процессов и циклов.

Дисциплина является фундаментальной составной частью процесса подготовки современного специалиста, владеющего перспективными методами разработки и исследования энергетических установок, способного к инновационной деятельности в условиях высокотехнологичной и научной среды.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ «Основы теплообмена»

В результате освоения программы «Основы теплообмена» у выпускника должны быть сформулированы следующие компетенции:

- способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального (ОПК-2);
- способность к конструкторской деятельности (ПК-1).

Знать: законы теплообмена в энергетических установках, тенденции развития энергетических машин.

Уметь: анализировать протекание рабочих процессов в соответствии с современными представлениями, применять существующие регламенты и стандарты при проектировании машин.

Владеть: современным физико-математическим аппаратом для проведения соответствующих работ, теоретических и экспериментальных исследований при совершенствовании техники.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «Теплообмен»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 часа.

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Объём учебной работы с применением интерактивных методов (в часах/%)	Форма текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации	
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС	КП/КР			
1	Предмет и задачи дисциплины «Основы теплообмена», основные понятия и определения.	4	1	2	2				12		1/ 25	
2	Теплопроводность. Закон Фурье.	4	3	2	4	4			12			

	Градиент температуры. Тепловой поток, плотность теплового потока. Коэффициент теплопроводности								2/ 20	
3	Дифференциальное уравнение теплопроводности	4	5	2	2			12	2/ 25	
4	Теплопроводность через плоскую однослойную и многослойную стенки. Теплопроводность через однослойную и многослойную цилиндрическую стенки	4	7	2	4	4		12	2/ 20	Рейтинг-контроль № 1
5	Пути интенсификации теплопередачи. Анализ коэффициента теплопередачи. Интенсификация теплопередачи за счет оребрения стенок.	4	9	2	4			12	2/ 33	
6	Типы теплообменных аппаратов и основы их расчета. Графики изменения температуры в прямоточном и противоточном теплообменниках Конвективный теплообмен. Основные свойства теплоносителя.	4	11	2	4	4		12	2/ 20	Рейтинг-контроль № 2
7	Основное уравнение конвективного теплообмена. Критериальные уравнения. Коэффициент теплоотдачи и порядок его расчета. Конвекция при	4	13	2	4			12	2/ 33	

	свободном движении газа									
8	Конвекция при турбулентном и ламинарном движении жидкости в трубах. Теплопередача через плоскую и цилиндрическую однослойную и многослойную стенки.	4	15	2	6			12		1/ 12,5
9	Тепловое излучение. Основные понятия и определения. Законы теплового излучения Планка, Вина, Стефана-Больцмана и Кирхгофа. Экраны.	4	17	2	6	4		12		3/ 25 Рейтинг-контроль № 3
	Итого:	4		18	36	18		108		17/ 24 Экз. 36

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В рамках намеченной стратегической технологии принята ориентация на тактические образовательные технологии, являющиеся конкретным способом достижения целей образования.

Реализация компетентного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (групповых дискуссий, компьютерных симуляций, разбор конкретных ситуаций, результатов работы студенческих исследовательских групп) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, в целом в учебном процессе предусмотрен в объёме не менее 20 процентов аудиторных занятий (по данной дисциплине – 20,4%).

При чтении лекций по темам используется метод изложения материала с использованием интерактивной формы проведения занятия.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА

В процессе изучения дисциплины используют различные методы контроля. На занятиях проводится перекрестный опрос студентов с целью выяснения, как они усвоили предыдущий материал. Если требуется дополнительное изложение, то для этого используются часы консультаций.

На практических занятиях студенты под руководством преподавателя самостоятельно решают задачи по всем изучаемым темам, чтобы выработать у студентов профессиональные компетенции.

Проводится рейтинг, который включает контроль самостоятельной работы студентов по освоению материала, прочитанного на лекциях, изученного на практических и лабораторных занятиях.

6.1. Тесты к рейтинг- контролю №1 по дисциплине

«Основы теплообмена»

1.Какая из функций определяет одномерное нестационарное температурное поле?

- А. $T = f(x, y, z)$ Б. $T = f(x)$ В. $T = f(x, \tau)$ Г. $T = f(x, y, \tau)$

2.Что называется градиентом температуры?

А. Градиент температуры - это отношение изменения температуры к расстоянию между изотермами.

Б. Градиент температуры – это предел изменения отношения температуры ΔT к расстоянию между изотермами.

В. Градиент температуры – это предел изменения отношения температуры ΔT к расстоянию между изотермическими поверхностями Δn при условии, что Δn стремится к нулю.

3. Что означает знак минус в уравнении Фурье?

А. Теплота имеет направление противоположное градиенту температуры

Б. Вектор градиента температуры направлен в противоположную сторону вектора плотности теплового потока

В. Вектор плотности теплового потока меньше вектора градиента температуры на бесконечно малую величину.

4. Укажите одномерное нестационарное температурное поле

- А. $T = f(x, y)$ Б. $T = f(x)$ В. $T = f(x, \tau)$

5. Укажите двухмерное стационарное температурное поле

- А. $T = f(x, \tau)$ Б. $T = f(x, y)$ В. $T = f(x, z)$

6. Укажите уравнение плотности теплового потока

A. $dQ_{\tau} = -\lambda dF dt gradT$ Б. Φ В.
 $q = -\lambda gradT$

7. Укажите уравнение, по которому определяется величина теплового потока, проходящего через однослойную плоскую стенку.

A. $\Phi = (\Delta T 2 \pi \lambda l) / \ln(r_1/r_2)$ Б. $\Phi = \lambda A (T_{ст1} - T_{ст2}) / \delta$ В. $\Phi = (4\pi \lambda \Delta T) / (1/r_1 - 1/r_2)$

8. Укажите общее выражение, определяющее градиент температуры

A. $grad T = \lim (\Delta T / \Delta n)$ Б. $grad T = \lim (\Delta T / \Delta n)$
($\Delta n \rightarrow 0$)

В. $grad T = dT/dx$ Г. ($grad T$) = dT/dY

9. Укажите зависимость, называемую законом Фурье для теплопроводности.

A. $\Phi = -\lambda dA grad T$; Б. $q = -\lambda grad T$; В. $q_{\tau} = -\lambda \cos \varphi (\Delta T / \Delta n)$; Г. $dQ_{\tau} = -\lambda dA dt (\Delta T / \Delta n)$

10. Укажите зависимость, по которой определяют тепловой поток через трёхслойную плоскую стенку

A. Б.

В.

11. Укажите зависимость, по которой определяют тепловой поток через трёхслойную цилиндрическую стенку

А.

Б.

В.

12. Укажите зависимость, по которой определяют тепловой поток через многослойную цилиндрическую стенку

А.

Б.

В.

13. Укажите зависимость, по которой определяют тепловой поток через шаровую поверхность

А.

Б.

В.

14. По какой из формул определяется средняя площадь поверхности шаровой стенки произвольной формы

А.

Б.

В.

15. Какое математическое выражение называют оператором Лапласа?

А. $\frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial x^2}$

Б. ∇^2

С. $\frac{\partial^2 t}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial z^2}$

16. Укажите дифференциальное уравнение теплопроводности для трехмерного нестационарного температурного поля без внутренних источников теплоты

А. $\frac{\partial^2 t}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial z^2}$

Б. $\frac{\partial t}{\partial \tau} = \alpha \nabla^2 \frac{q_v}{c\rho}$

С. $\frac{\partial t}{\partial \tau} = \alpha \nabla^2 T$

17. Укажите выражение коэффициента температуропроводности

А. $a = \frac{\lambda}{c\rho}$

Б. q

С. $\lambda = \frac{q}{\partial T}$

18. Как изменяется коэффициент теплопроводности большинства чистых металлов при увеличении температуры?

А. Увеличивается

Б. Уменьшается

С. Не изменяется

19. Как изменяется коэффициент теплопроводности теплоизоляционных и строительных материалов при увеличении температуры?

А. Увеличивается

Б. Уменьшается

С. Не изменяется

20. По какой из формул определяется средняя площадь поверхности плоской стенки

произвольной формы при условии, что $\frac{A_2}{A_1} < 2$

А.

Б.

В.

20. Какой вид имеет распределение температуры в стенке цилиндрической трубы?

А. Прямая линия Б. Гипербола В. Логарифмическая кривая

Тесты к рейтинг- контролю №2 по дисциплине «Основы теплообмена»

1. Что называется теплопередачей?

- А. Процесс переноса теплоты внутри металла или теплоизоляционного материала
- Б. Процесс переноса теплоты конвекцией от одной подвижной среды к другой
- В. Процесс переноса теплоты от одной подвижной среды к другой через однослойную или многослойную твердую стенку любой формы

2. Укажите определяющие критерии

А. Nu Б. Pr В. Gr Г. Re

3. Что в критериальном уравнении характеризует выражение _____ :

- А. Свободное движение среды Б. Вынужденное движение теплоносителя В. Направление теплового потока

4. Чему равно значение критерия Прандтля, если толщина динамического пограничного слоя больше теплового слоя?

А. Pr = 1 Б. Pr > 1 В. Pr < 1 Г. Pr = 0

5. Какую размерность имеет коэффициент теплоотдачи ?

А. Вт/М² Б. Вт/(М К) В. Вт/ (М² К)

6. Укажите коэффициент теплопередачи

А. К Б. λ С. А

7. Укажите уравнение Ньютона – Рихмана

$$- \lambda \frac{dT}{dx}$$

А. Б. В.

8. Укажите уравнение теплового потока, передаваемого теплопередачей через однослойную плоскую стенку

А. Б. В.

9. Укажите уравнение коэффициента теплопередачи через однослойную плоскую стенку

A.

Б. $\delta \cdot l$

В.

10. Каким уравнением в общем случае описывается конвективный теплообмен?

A. $q = q_{\text{тпров.}} + q_{\text{конв.}}$

Б. $q = -\alpha v^2 T \rho w h$

В. $q = \rho w h$

11. Укажите условие, при котором примененная изоляция вызывает уменьшение теплопотерь цилиндрической стенки по сравнению с трубопроводом без изоляции

A.

Б.

В.

12. Что называется коэффициентом оребрения?

A. Отношение количества теплоты, передаваемой поверхностью рёбер в окружающую среду, к теплоте, которую эта поверхность могла бы передать при постоянной температуре, равной температуре у основания рёбер

Б. Отношение оребрённой поверхности к гладкой

13. В каких веществах наблюдается конвекция?

A. В твердых телах

Б. В жидких телах

В. В газах и жидких телах

14. В каких пределах значений критерия Рейнольдса поток газа может оставаться ламинарным?

A. 10000 ...20000

Б. 200 ... 2320

В. 2320...10000

15. Что называется динамическим пограничным слоем?

A. Слой жидкости вблизи поверхности тела, в котором происходит изменение скорости жидкости от значения скорости невозмущенного потока вдали от стенки до нуля непосредственно на стенке.

Б. Слой жидкости вблизи поверхности тела, в котором происходит изменение температуры от значения температуры невозмущенного потока вдали от стенки до значения температуры на поверхности

В. Слой жидкости вблизи поверхности тела, в котором происходит изменение плотности жидкости от значения плотности невозмущенного потока вдали от стенки до значения плотности на поверхности

16. Укажите дифференциальное уравнение теплообмена на границе поверхности твёрдого тела и жидкости

A. $d\phi = -\lambda dA \left(\frac{\partial T}{\partial n} \right)$ Б. $d\phi = \alpha dA \Delta T$ В. $\alpha = - \frac{\lambda}{\Delta T \left(\frac{\partial T}{\partial n} \right)}$

17. С увеличением вязкости жидкости толщина динамического пограничного слоя

- А. увеличивается Б. уменьшается В. Не изменяется

18. Укажите уравнения для определения критерия Прандтля

А. $Pr = \frac{\nu}{\alpha}$ Б. $Pr = \frac{\mu}{\rho \alpha}$ В. $Pr = \frac{\mu}{\rho}$

19. В случае турбулентного движения жидкости толщина динамического пограничного слоя на поверхности канала

- А. Не изменяется Б. Уменьшается В. Возрастает

20. Каким критерием определяется характер движения жидкости?

- А. Критерием Прандтля; Б. Критерием Рейнольдса; В. Критерием Нуссельта.

Тесты к рейтинг- контролю №3 по дисциплине «Основы тепломассообмена»

1. Какое из критериальных уравнений необходимо применять при свободном движении среды?

- А. $Nu = f(Re, Pr, Gr)$ Б. $Nu = f(Re, Pr)$ В. $Nu = f(Pr, Gr)$

2. Что характеризует собой критерий Нуссельта?

- А. Соотношение подъемной силы и силы молекулярного трения
 Б. Физические свойства теплоносителя
 В. Конвективный теплообмен между теплоносителем и твердым телом
 Г. Соотношение между силами давления и силами инерции.

3. Каким выражением определяется коэффициент поглощения?

- А. $R = Q_R/Q$ Б. $A = Q_A/Q$ В. $D = Q_D/Q$

4. Какой теплообменный аппарат имеет наибольший КПД ?

- А. Прямоточного тока Б. Противоточного тока В. Поперечного тока

5. Укажите уравнения для расчета теплообменных аппаратов.

Choisissez une:

- А. $Q = K A \Delta T$ Б. $Q = m \Delta h$ В. $dQ_t = -\lambda dA dt \text{ grad} T$

6. Укажите закон Стефана-Больцмана для лучистого потока, распределяемого между двумя пластинами .

- А. $Q = C_{\text{прив.}} [(T_1/100)^4 - (T_2/100)^4] F$; Б. $E_0 = (C_1 \lambda^{-5}) / (e - 1)$;
 В. $E_\phi = E_n \cos \phi$; Г. $E_\phi = E_n \cos \phi$

В. Кипение на твердой поверхности теплообмена возникает тогда, когда температура поверхности теплообмена ниже температуры кипящей жидкости, нагретой ниже температуры насыщения при данном давлении.

15. Что называется диффузией?

А. Самопроизвольный процесс проникновения молекул одного вещества в другое в направлении установления внутри тел равновесной концентрации

Б. Процесс проникновения молекул одного вещества в другое в направлении установления внутри тел различной концентрации

В. Самопроизвольный процесс проникновения молекул одного вещества в другое в направлении установления внутри тел равновесного давления

16. Что называется массообменом?

А. Переход вещества из одной фазы в другую посредством молярной диффузии

Б. Переход вещества из одной фазы в другую посредством молекулярной и молярной диффузии

В. Переход вещества из одной фазы в другую посредством молярной диффузии

17. Сформулировать закон Фика

А. Плотность диффузионного потока вещества (количество вещества, диффундирующего в единицу времени через единицу площади из концентрационной поверхности) прямо пропорциональна градиенту концентраций.

Б. . Плотность диффузионного потока вещества (количество вещества, диффундирующего в единицу времени через единицу площади из концентрационной поверхности) обратно пропорциональна градиенту концентраций.

В. Плотность диффузионного потока вещества (количество вещества, диффундирующего в единицу времени через единицу площади из концентрационной поверхности) прямо не зависит от градиента концентраций.

18. Каким образом может быть удалена из вещества химически связанная влага?

А. Только путем интенсивного прокаливания, которое обычно связано с изменением структуры вещества.

Б. Только путем прокаливания, которое не связано с изменением структуры вещества.

В. Только путем интенсивного прокаливания, которое обычно связано с изменением формы вещества.

19. Что характеризует критерий Лыкова?

А. Гомохронность полей переноса теплоты и массы вещества

Б. Интенсивность поля влажности по сравнению с интенсивностью температурного поля.

В. Зависимость влажности тела от его температуры

20. Что называется коэффициентом эффективности ребра?

- А. Отношение количества теплоты Q_p , передаваемое поверхностью ребер в окружающую среду к теплоте, которую эта поверхность могла бы передать при постоянной температуре, равной у основания ребер.
- Б. Отношение количества теплоты Q_p , передаваемое поверхностью ребер в окружающую среду к теплоте, которую эта поверхность могла бы передать при постоянной температуре, равной в середине ребер.
- В. Отношение количества теплоты Q_p , передаваемое поверхностью ребер в окружающую среду к теплоте, которую эта поверхность могла бы передать при постоянной температуре, равной у вершин ребер.

Предложение по распределению баллов рейтинг-контроля (студенты по окончании изучения курса сдают экзамен).

№ п/п	Наименование мероприятий	Баллы (не более)
1	Посещение занятий (за все время обучения)	5
2	Рейтинг-контроль 1	10
3	Рейтинг-контроль 2	10
4	Рейтинг-контроль 3	15
4	Равномерность выполнения лабораторных работ в течение семестра (не более 5 баллов за каждую л. р.), с р с	15
5	Дополнительные баллы (в случае защиты в срок лабораторных работ).	5

ИТОГО:

60

6.2. Рекомендации по самостоятельной работе студентов

Общая схема самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа заключается в изучении содержания тем курса по конспектам, учебникам и дополнительной литературе, подготовке к выполнению лабораторных работ, работа в течение семестра над лекционным курсом, к рубежным контролям, защите лабораторных работ и к экзамену. На лекциях преподаватель излагает основной материал по теме занятия, детально объясняет вопросы, вызвавшие у студентов затруднения, указывает на разделы, которые студенты должны освоить самостоятельно и дает рекомендации по их изучению. На лабораторных занятиях студенты выполняют лабораторные работы и на примере реальных явлений и процессов

закрепляют пройденный материал. Самостоятельная работа может включать в себя практику подготовки рефератов, презентаций и докладов по ним. Тематика рефератов должна иметь проблемный и профессионально ориентированный характер, требующий самостоятельной творческой работы студента.

Дисциплина составлена таким образом, что студенты изучают на первых лекциях основные положения, касающиеся общих вопросов термодинамики. Основное внимание здесь должно быть уделено изучению основных законов, параметров термодинамических систем. Параллельно с чтением этого объема лекций проводятся и лабораторные работы, основные задачи которых изложены в специальном методическом указании для лабораторных работ. Поэтому дисциплина является основной базой для успешного изучения последующих предметов. Следующие разделы лекционного цикла имеют решающее значение. Здесь необходимо обратить внимание на основы расчёта процессов в термодинамических системах. Так как эти темы обычно слабо понимаются большинством студентов, необходимо хорошо представлять расчётные схемы.

Лабораторные работы проводятся в специально оборудованной аудитории, где есть все необходимые установки для практического изучения всех термодинамических процессов. Для успешного их выполнения студенты изучают предварительно порядок проведения каждой лабораторной работы самостоятельно перед каждым занятием, сдают зачет и только после этого допускаются к работе. Выполнение и подготовку к лабораторным работам контролируется преподавателем перед каждым занятием.

Вопросы для самостоятельной работы студентов

1. Теплопередача. Температурное поле. Градиент температуры.
2. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности.
3. Теплопроводность через однослойную плоскую стенку
4. Теплопроводность через многослойную плоскую стенку
5. Теплопроводность через одно и многослойную цилиндрическую стенку
6. Теплопроводность через шаровую поверхность
7. Теплопроводность тел произвольной формы
8. Дифференциальные уравнения теплопроводности
9. Теплопередача через плоскую одно и многослойную стенки
10. Теплопередача через многослойную стенку при граничных условиях третьего рода

Контрольные вопросы к экзаменам

1. Теплопередача. Температурное поле. Градиент температуры.

2. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности.
3. Теплопроводность через однослойную плоскую стенку
4. Теплопроводность через многослойную плоскую стенку
5. Теплопроводность через одно и многослойную цилиндрическую стенку
6. Теплопроводность через шаровую поверхность
7. Теплопроводность тел производной формы
8. Дифференциальные уравнения теплопроводности
9. Теплопередача через плоскую одно и многослойную стенки
10. Теплопередача через многослойную стенку при граничных условиях третьего рода
11. Интенсификация теплопередачи за счет оребрения стенок
12. Теплопередача через шаровую поверхность при граничных условиях 3-го рода
13. Теплопередача прямого ребра переменного сечения
14. Конвективный теплообмен. Основные свойства теплоносителя
15. Пограничный слой. Критерий Прандтля
16. Уравнение конвективного теплообмена. Коэффициент теплоотдачи
17. Основы теории подобия. Вывод критерия Нуссельта
18. Критериальные уравнения
19. Конвекция при ламинарном течении жидкости в трубах
20. Конвекция при турбулентном течении жидкости в трубах
21. Теплообмен при поперечном омывании одиночной трубы
22. Основные понятия теплового излучения
23. Законы излучения: Планка, Вина, Стефана-Больцмана, Кирхгоффа, Ламберта
24. Экраны. Расчет снижения теплопередачи через один экран
25. Типы теплообменных аппаратов и основы их расчета
26. Определения среднего логарифмического температурного напора
27. Теплообмен жидких металлов
28. Теплообмен при высоких скоростях движения газа
29. Конвекция при свободном движении газа
30. Теплообмен при кипении. Минимальный радиус пузырька
31. Теплообмен при конденсации
32. Тепло и массоперенос во влажных телах
33. Основные виды связи влаги с материалом
34. Градиент влагосодержания и общий коэффициент диффузии (бародиффузия, суммарный массоперенос)
35. Критический диаметр цилиндрической стенки

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) основная литература

1. В. А. Кудинов, Э. М. Карташов, Е. В. Стефанюк, Теплотехника [Электронный ресурс] Учебное пособие, Абрис, 2012, <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785437200445.html>
2. В. И. Ляшков, Теоретические основы теплотехники [Электронный ресурс]. Учебное пособие для ВУЗов, 2012. Абрис.
<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785437200513.html>
3. Теплотехника: учебник для студ. Высш.учеб. заведений /М.Г. Шатров, И.Е. Иванов, С.А. Пришвин и др.; под ред. М.Г. Шатрова. – 2-е изд., испр. – Издательский центр «Академия», 2012, – 288 с. – (Сер. Бакалавриат), «Библиотех»<http://vlsu.bibliotech.ru/>

б) дополнительная литература

1. В.М. Басуров, Абаляев А.Ю.Б27 Сборник задач по технической термодинамике и тепломассообмену / Владим. гос.ун-т; Владимир, 45 с, ISBN 5-89368-488-5. (Электронная версия). ВлГУ, 2014. <http://e.lib.vlsu.ru/>
2. Теплотехника: Учеб. для вузов/ В.Н. Луканин, М.Г. Шатров, Г.М. Камфер и др.; Под ред. В.Н. Луканина. – М.; Высш. шк., 2009.- 671 с.:ил.«Библиотех».<http://vlsu.bibliotech.ru/>
3. В.М. Басуров, В.Ф. Гуськов. Теплотехника: Практикум/ Владим. гос. ун-т; сост.: Владимир, 2013, 72 с. (Электронная версия). ВлГУ <http://e.lib.vlsu.ru/>.
4. В.М.Басуров, В.Ф. Гуськов. Техническая термодинамика и теория теплообмена: Методические, указания к выполнению контрольных работ / Владим. гос. ун-т; сост.: Владимир, 2012, 28 с. (Электронная версия). ВлГУ <http://e.lib.vlsu.ru/>.

в) периодические издания

1. Ежемесячный теоретический и научно-практический журнал «Теплоэнергетика»

г) интернет – ресурсы

1. www.twirpx.com.
2. kodges.ru
3. [book-gu.ru>energetika/termodinamika](http://book-gu.ru/energetika/termodinamika)

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Занятия по дисциплине проводятся в компьютерном классе и лаборатории, оборудованной экспериментальными установками для проведения всех запланированных лабораторных работ, описание которых приведено в Практикуме: В.М. Басуров, В.Ф.Гуськов. Теплотехника: Практикум/ Владим. гос. ун-т; сост.: Владимир, 2013. 72 с. (Электронная версия).

Имеются в наличии все необходимые теплотехнические диаграммы.

Технические средства включают:

1. Установка для определения коэффициентов теплопроводности материалов.
2. Установка для определения коэффициента теплоотдачи.
3. Установка для определения коэффициента теплопередачи
4. Установка по изучению степени черноты реального тела методом сравнения с эталоном.

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального Государственного образовательного стандарта ВО по направлению 13.03.13 «Энергетическое машиностроение», утвержденному приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 1083 от 01. 10. 2015 года, применительно к учебному плану направления 13.03.03 «Энергетическое машиностроение» (уровень высшего образования бакалавриат), утвержденному ректором ВлГУ 03.11.2015 г.

Рабочую программу составил доцент кафедры ТД и ЭУ, к.т.н.

 В.М. Басуров

Рецензент

(представитель работодателя) главный специалист ООО «ЗИП «КТЗ» г. Владимир

д.т.н.

 А.Р. Кульчицкий

(место работы, должность, ФИО, подпись)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Тепловые двигатели и энергетические установки»

10.11.2015г., протокол № 9

Зав. кафедрой  В.Ф. Гуськов

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 13.03.03 «Энергетическое машиностроение» (квалификация бакалавр)

11.11.2015г. протокол № 6

Председатель комиссии  В.Ф. Гуськов

ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочая программа одобрена на 2014/15 учебный год.

Протокол заседания кафедры № 3 от 15.09.14 года

Заведующий кафедрой  В.Ф. Гуськов

Рабочая программа одобрена на 2015/16 учебный год.

Протокол заседания кафедры № 9 от 10.11.15 года

Заведующий кафедрой  В.Ф. Гуськов

Рабочая программа одобрена на 2016/17 учебный год.

Протокол заседания кафедры № 3 от 13.09.16 года

Заведующий кафедрой  В.Ф. Гуськов