

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



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ТЕХНИЧЕСКАЯ ТЕРМОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА**

Направление подготовки 18.03.02. "Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии";

Профиль/программа подготовки « Рациональное использование сырьевых и энергетических ресурсов»

Уровень высшего образования бакалавриат

Форма обучения очная

Семестр	Трудо- емкость зач. ед./час.	Лекций, час.	Лаборат. работ, час.	Практиче- ские заня- тия, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет), час
6	4/144	18		18	63	Экзамен, 45
Итого	4/144	18		18	63	Экзамен, 45

Владимир, 201 5

## **1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Курс «Техническая термодинамика и теплотехника» является одним из вариативных курсов, обеспечивающих подготовку по направлению 18.03.02. "Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии"; программе подготовки «Рациональное использование сырьевых и энергетических ресурсов». Особенностью курса является изучение теоретических основ термодинамики процессов, протекающих в тепловых агрегатах, и теплотехники при теплопередаче в стационарных и нестационарных режимах, приобретение практических навыков решения производственных задач, связанных с теплотехническими расчетами. При этом студент углубляет знания, полученные ранее при изучении высшей математики, физики, процессов и аппаратов химических производств. Курс имеет целью сформировать у студента технологическое мышление, раскрыть взаимосвязи процессов переноса тепла в различных условиях работы теплотехнических агрегатов и на практике рассчитывать тепловые потери, подбирать необходимые материалы и конструкции стекловаренных печей, печей обжига и т.д. с целью обеспечения наиболее эффективной их работы.

Знания и навыки, полученные выпускником при изучении данной дисциплины, позволят ему решать многоуровневые и многокритериальные задачи производства. Курс должен обеспечить в полной мере понимание студентами целей и задач энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии, изучение основ производства материалов и изделий, практическое и научное приложение полученных знаний. При изучении курса одну из самых важных задач имеют практические занятия. При выполнении коллективных и индивидуальных практических заданий студент закрепляет знания лекционного курса, решает конкретные теплотехнические задачи. При этом студенту представляется возможность проводить расчеты с привлечением ПЭВМ и прикладных программ.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО**

Дисциплина относится к вариативной части учебного плана подготовки бакалавра. Курс «Техническая термодинамика и теплотехника» определяет базовую подготовку студентов по химико-технологическим дисциплинам. Знания, полученные в данном курсе необходимы для дальнейшего обучения по дисциплинам: химические реакторы, моделирование энерго- ресурсосберегающих процессов в химической технологии, биохимии и нанотехнологии

### **КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

В процессе освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

### 1) Знать

- основные законы технической термодинамики и теплотехники, (ОПК- 2);
- применять методы математического анализа и моделирования процессов тепло обмена, (ОПК- 2);
- теоретического и экспериментального исследования (ОПК- 2).

### 2) Уметь:

- обосновывать конкретные технические решения при разработке технологических процессов получения наночастиц и материалов с точки зрения законов термодинамики и теплотехники (ОПК-2);
- применять современные методы расчета теплотехнических режимов производства изделий (ПК-14).

### 3) Владеть:

- методологией применения современные методы исследования технологических процессов и природных сред (ПК-14);
- методологией использования компьютерные средства в научно-исследовательской работе (ПК-14).\

**(ОПК-2)** способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;

**(ПК-14)** способностью применять современные методы исследования технологических процессов и природных сред, использовать компьютерные средства в научно-исследовательской работе

## 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Объем учебной работы с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Консультации	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС		

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Объем учебной работы с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)	
				Лекции	Консультации	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС			КП / КР
1	<b>Лекция 1.</b> Общие понятия о термодинамике	6	1	2		2			7		2/ 50	
2	<b>Лекция 2 .</b> Понятие о термодинамическом процессе	6	2	2		2			7		2/ 50	
3	<b>Лекция 3</b> Произвольный обратимый термодинамический процесс	6	3	2		2			7		2/50	Рейтинг-контроль 1
4	<b>Лекция 4</b> Понятие о теплотехнике, теплопроводность	6	4	2		2			7		2/ 50	
5	<b>Лекция 5</b> Стационарная теплопроводность одно- и многослойных стенок	6	5	2		2			7		2 / 50	
6	<b>Лекция 6</b> Конвективный теплообмен	6	6	2		2			7		2/50	Рейтинг-контроль -2
7	<b>Лекция 7</b> Теплопередача	6	7	2		2			7		2/50	
8	<b>Лекция 8</b> Лучистый теплообмен	6	8	2		2			7		2/50	

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Объем учебной работы с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)	
				Лекции	Консультации	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС			КП / КР
9	<b>Лекция 9</b> Передача тепла конвективным теплообменом и лучеиспусканием	6	9	2		2			7		2/50	Рейтинг-контроль3
Итого		(144 ч):		18		18			63		18/50	Экзамен, 45

#### 4.1. Теоретический курс

(мультимедийное сопровождение)

##### **Лекция 1.** Общие понятия о термодинамике

Вопросы: 1. Основное содержание термодинамики 2. Подразделение термодинамики на направления науки. 3. Виды обмена энергией. 4. Термодинамические системы. 5. Термодинамические параметры состояния системы. 6. Термодинамические процессы. 7. Параметры состояния идеального газа. 8. Уравнения состояния идеального газа.

##### **Лекция 2 .** Понятие о термодинамическом процессе

Вопросы: 1. Термодинамический процесс. 2. Равновесные процессы . 3. Понятие обобщенной силы и обобщенной координаты. 4. Произвольный обратимый процесс в  $vr$ - и  $sT$ - координатах. 5. Фундаментальные процессы в классической равновесной термодинамике.

##### **Лекция 3** Произвольный обратимый термодинамический процесс

Вопросы: 1. Основные функции состояния, аддитивность, взаимосвязь между собой. 2. Внутренняя энергия системы. 3. Энтальпия. 4. Энтропия. 5. Первый закон термодинамики. 6. Кинетическая и потенциальная энергии.

##### **Лекция 4** Понятие о теплотехнике, теплопроводность

Вопросы: 1. Теплопроводность, понятие о температурном поле, градиенте, потоке. 2. Стационарная теплопроводность однородной однослойной плоской стенки. 3. Граничные условия первого рода. 4.

Стационарная теплопроводность однослойной цилиндрической стенки. 5. Граничные условия первого рода.

### **Лекция 5** Стационарная теплопроводность одно- и многослойных стенок

Вопросы: 1. Стационарная теплопроводность однослойной шаровой стенки. 2. Граничные условия первого рода. 3. Стационарная теплопроводность многослойной плоской стенки. 4. Граничные условия первого рода. 5. Стационарная теплопроводность многослойной цилиндрической стенки

### **Лекция 6** Конвективный теплообмен

Вопросы: 1. Конвективный теплообмен Основные определения. 2. Использование основ теории подобия для расчета коэффициентов свободной и вынужденной конвекции. 3. Безразмерные комплексы для теплотехнических расчетов. 4. Теплоотдача при свободной и вынужденной конвекции.

### **Лекция 7** Теплопередача

Вопросы: 1. Теплопередача через однослойную плоскую стенку в стационарном режиме. 2. Теплопередача через однослойную цилиндрическую стенку в стационарном режиме. 3. Теплопередача через многослойную плоскую стенку в стационарном режиме. 4. Теплопередача через многослойную цилиндрическую стенку в стационарном режиме

### **Лекция 8** Лучистый теплообмен

Вопросы: 1. Общие понятия лучистого теплообмена. Диапазон длин волн. 2. Лучистый поток, коэффициенты отражения, поглощения, пропускания. 3. Характеристика тел (белое, черное, серое, цветное, диатермичное). 4. Закон Кирхгофа. 5. Законы Планка и смещения Вина. 6. Полное количество энергии, излучаемой абсолютно черным телом. 7. Теплообмен между телами в общем виде.

### **Лекция 9** Передача тепла конвективным теплообменом и лучеиспусканием

Вопросы: 1. Сложный теплообмен. 2. Потери тепла через кладку в окружающую среду 3. Формула Михеева для расчета лучистого теплообмена между газом (первое тело) и стенкой (второе тело). 4. Сложный теплообмен (передача тепла конвекцией и излучением). 5. Номограмма для определения коэффициента теплоотдачи  $\alpha_2 = \alpha_k + \alpha_{л}$ . 6. Определение потерь тепла через стенку непрерывно действующих тепловых агрегатов.

## **4.2. Перечень тем практических занятий (№ варианта задания по № в списке)**

**Тема 1**      *Практика 1* Закон Гей-Люссака для смеси идеальных газов. Примеры

- задач и варианты для их решения
- Тема 2**      *Практика 2* Закон Дальтона. Газовые смеси. Примеры задач и варианты для их решения
- Тема 3**      *Практика 3* Работа адиабатического и политропического процесса. Примеры задач и варианты для их решения
- Тема 4**      *Практика 4* Варианты решения задач теплопроводности через плоскую стенку. Варианты решения задач теплопроводности через многослойную плоскую стенку
- Тема 5**      *Практика 5* Теплопроводность через цилиндрическую стенку. Задания и варианты решения задачи теплопроводности через многослойную цилиндрическую стенку
- Тема 6**      *Практика 6* Теплопередача через плоскую стенку в граничных условиях третьего рода. Задания и варианты решения задачи теплопередачи через многослойную плоскую стенку
- Тема 7**      *Практика 7* Теплопередача через цилиндрическую и шаровую стенки в граничных условиях третьего рода. Варианты решения задачи теплопередачи через цилиндрическую стенку
- Тема 8**      *Практика 8* **Задание 2.6.** Вычислить потери тепла через многослойную кладку, обращенную вниз (под печи) и температуры между слоями.
- Тема 9**      *Практика 9* **Задание 2.7** Вычислить удельные потери тепла через многослойную вертикальную кладку ванны печи и температуры между слоями

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Для достижения планируемых результатов обучения, в дисциплине “ Техническая термодинамика и теплотехника ” используются различные образовательные технологии:

1. *Информационно-развивающие технологии*, направленные на овладение большим запасом знаний, запоминание и свободное оперирование ими.

Используется лекционно-семинарский метод, самостоятельное изучение литературы, применение новых информационных технологий для самостоятельного пополнения знаний, включая использование технических и электронных средств информации.

2. *Деятельностные практико-ориентированные технологии*, направленные на формирование системы профессиональных практических умений при проведении экспериментальных исследований, обеспечивающих возможность качественно выполнять профессиональную деятельность.

3. *Развивающие проблемно-ориентированные технологии*, направленные на формирование и развитие проблемного мышления, мыслительной активности, способности проблемно мыслить, видеть и формулировать проблемы, выбирать способы и средства для их решения.

Используются виды проблемного обучения: освещение основных проблем на лекциях, учебные дискуссии, коллективная мыслительная деятельность в группах при выполнении лабораторных работ,

*Личностно-ориентированные технологии обучения*, обеспечивающие в ходе учебного процесса учет различных способностей обучаемых, создание необходимых условий для развития их индивидуальных способностей, развитие активности личности в учебном процессе. Личностно-ориентированные технологии обучения реализуются в результате индивидуального общения

преподавателя и студента при выполнении домашних индивидуальных заданий, подготовке индивидуальных отчетов по лабораторным работам.

4. Для целенаправленного и эффективного формирования запланированных компетенций у обучающихся, выбраны следующие сочетания форм организации учебного процесса и методов активизации образовательной деятельности:

- при выполнении практических занятий: метод выборочных ответов, исследовательский метод, анализ конкретных ситуаций (case-study);

- при чтении лекций: интерактивная лекция, опережающая самостоятельная работа, "мозговой штурм" (выборочно по списку группы определяются студенты, которые отвечают на вопросы преподавателя по предыдущей теме лекционного курса);

В рамках работы над содержанием дисциплины использованы следующие формы работ: - практические занятия.

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

### **6.1. Формирование рейтинговой оценки. Критерии и методы оценки качества знаний студентов по дисциплине «Техническая термодинамика и теплотехника»**

Текущий контроль знаний студентов осуществляется посредством рейтинговой оценки знаний студентов.

В соответствии с рейтинговой системой, текущий контроль производится трижды в течение семестра путем балльной оценки качества усвоения теоретического материала (ответы на вопросы) и результатов практической деятельности (решение задач, выполнение заданий, решение проблем).

#### **Рейтинг-контроль № 1.**

1. Основное содержание термодинамики
2. Подразделение термодинамики на направления науки. 3. Виды обмена энергией.
4. Термодинамические системы. 5. Термодинамические параметры состояния системы.
6. Термодинамические процессы. 7. Параметры состояния идеального газа.
8. Уравнения состояния идеального газа.
9. Термодинамический процесс. 10. Равновесные процессы .
11. Понятие обобщенной силы и обобщенной координаты.
12. Произвольный обратимый процесс в  $v$ -р- и  $s$ T- координатах.
13. Фундаментальные процессы в классической равновесной термодинамике.

14. Основные функции состояния, взаимосвязь между собой в произвольном обратимом термодинамическом процессе.
15. Внутренняя энергия системы. Энтальпия. Энтропия.
16. Первый закон термодинамики. Кинетическая и потенциальная энергии.

### **Рейтинг-контроль № 2.**

1. Теплопроводность, понятие о температурном поле, градиенте, потоке.
2. Стационарная теплопроводность однородной однослойной плоской стенки. Граничные условия первого рода.
3. Стационарная теплопроводность однослойной цилиндрической стенки. Граничные условия первого рода.
4. Стационарная теплопроводность однослойной шаровой стенки. Граничные условия первого рода.
5. Стационарная теплопроводность многослойной плоской стенки. Граничные условия первого рода.
6. Стационарная теплопроводность многослойной цилиндрической стенки.
7. Конвективный теплообмен Основные определения.
8. Использование основ теории подобия для расчета коэффициентов свободной и вынужденной конвекции.
9. Безразмерные комплексы для теплотехнических расчетов.
10. Теплоотдача при свободной и вынужденной конвекции.

### **Рейтинг-контроль № 3.**

1. Теплопередача через однослойную плоскую стенку в стационарном режиме.
2. Теплопередача через однослойную цилиндрическую стенку в стационарном режиме.
3. Теплопередача через многослойную плоскую стенку в стационарном режиме.
4. Теплопередача через многослойную цилиндрическую стенку в стационарном режиме
5. Общие понятия лучистого теплообмена. Диапазон длин волн.
6. Лучистый поток, коэффициенты отражения, поглощения, пропускания.
7. Характеристика тел (белое, черное, серое, цветное, диатермичное).
8. Закон Кирхгофа. 9. Законы Планка и смещения Вина.
10. Полное количество энергии, излучаемой абсолютно черным телом.
11. Теплообмен между телами в общем виде.
12. Сложный теплообмен. 13. Потери тепла через кладку в окружающую среду
14. Формула Михеева для расчета лучистого теплообмена между газом (первое тело) и стенкой (второе тело).
15. Сложный теплообмен (передача тепла конвекцией и излучением).
16. Номограмма для определения коэффициента теплоотдачи  $\alpha_2 = \alpha_k + \alpha_l$ .
17. Определение потерь тепла через стенку непрерывно действующих тепловых агрегатов.

## **6.2 Темы для самостоятельного обучения**

**Тема 1** Общие понятия о термодинамике

**Тема 2** Понятие о термодинамическом процессе

- Тема 3** Произвольный обратимый термодинамический процесс
- Тема 4** Понятие о теплотехнике, теплопроводность
- Тема 5** Стационарная теплопроводность одно- и многослойных стенок
- Тема 6** Конвективный теплообмен
- Тема 7** Теплопередача
- Тема 8** Лучистый теплообмен
- Тема 9** Передача тепла конвективным теплообменом и лучеиспусканием

### 6.3. Вопросы к экзамену

1. Основное содержание термодинамики
2. Подразделение термодинамики на направления науки.
3. Виды обмена энергией.
4. Термодинамические системы.
5. Термодинамические параметры состояния системы.
6. Термодинамические процессы.
7. Параметры состояния идеального газа.
8. Уравнения состояния идеального газа.
9. Термодинамический процесс.
10. Равновесные процессы .
11. Понятие обобщенной силы и обобщенной координаты.
12. Произвольный обратимый процесс в  $vr$ - и  $sT$ - координатах.
13. Фундаментальные процессы в классической равновесной термодинамике.
14. Основные функции состояния, аддитивность, взаимосвязь между собой в произвольном обратимом термодинамическом процессе.
15. Внутренняя энергия системы. Энтальпия. Энтропия.
16. Первый закон термодинамики. Кинетическая и потенциальная энергии.
17. Теплопроводность, понятие о температурном поле, градиенте, потоке.
18. Стационарная теплопроводность однородной однослойной плоской стенки. Граничные условия первого рода.
19. Стационарная теплопроводность однослойной цилиндрической стенки. Граничные условия первого рода.
20. Стационарная теплопроводность однослойной шаровой стенки. Граничные условия первого рода.
21. Стационарная теплопроводность многослойной плоской стенки. Граничные условия первого рода.
22. Стационарная теплопроводность многослойной цилиндрической стенки.
23. Конвективный теплообмен Основные определения.
24. Использование основ теории подобия для расчета коэффициентов свободной и вынужденной конвекции.

25. Безразмерные комплексы для теплотехнических расчетов.
26. Теплоотдача при свободной и вынужденной конвекции.
27. Теплопередача через однослойную плоскую стенку в стационарном режиме.
28. Теплопередача через однослойную цилиндрическую стенку в стационарном режиме.
29. Теплопередача через многослойную плоскую стенку в стационарном режиме.
30. Теплопередача через многослойную цилиндрическую стенку в стационарном режиме
31. Общие понятия лучистого теплообмена. Диапазон длин волн.
32. Лучистый поток, коэффициенты отражения, поглощения, пропускания.
33. Характеристика тел (белое, черное, серое, цветное, диатермичное).
34. Закон Кирхгофа. Законы Планка и смещения Вина.
35. Полное количество энергии, излучаемой абсолютно черным телом.
36. Сложный теплообмен.
37. Потери тепла через кладку в окружающую среду
38. Формула Михеева для расчета лучистого теплообмена между газом (первое тело) и стенкой (второе тело).
39. Сложный теплообмен (передача тепла конвекцией и излучением).
40. Определение потерь тепла через стенку непрерывно действующих тепловых агрегатов.

Промежуточная аттестация (экзамен) проводится в конце семестра также путем балльной оценки. Итоговый рейтинг определяется суммированием баллов текущей оценки в течение семестра и баллов промежуточной аттестации в конце семестра по результатам зачета. Максимальный итоговый рейтинг соответствует 100 баллам.

При оценке знаний студентов преподаватель должен руководствоваться следующими критериями для обеспечения объективного подхода к выставлению оценок «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно»:

- оценка «отлично» выставляется за глубокие, исчерпывающие ответы на вопросы экзаменационного билета, изложенные последовательно, грамотно, с обоснованием представленных положений, использованием не только конспекта лекций и учебника, но и монографической литературы;

- оценка «хорошо» выставляется за правильные ответы на вопросы экзаменационного билета, причем они должны быть изложены грамотно и по существу вопроса, без существенных неточностей;

- оценка «удовлетворительно» выставляется за такие ответы, в которых частично изложен основной материал, но не приводятся детали, допущены неточности в формулировках, нарушена последовательность изложения, допущено недостаточное знание практических вопросов;

- оценка «неудовлетворительно») выставляется за отсутствие ответов на два вопроса билета, или неполные ответы на них, в которых допущены существенные ошибки.

Пересчет итогового рейтингового балла в оценку приведен в таблице.

*Таблица*

Шкала пересчета итогового рейтингового балла в оценку

Итоговый рейтинговый балл	Оценка
≥ 91	отлично
75-90	хорошо
61-74	удовлетворительно
<60	неудовлетворительно

## 7.УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### а) основная литература

1. Теплотехника [Электронный ресурс] : Учеб. пособие / В.А. Кудинов, Э.М. Карташов, Е.В. Стефанюк. - М. : Абрис, 2012. Студенческая электронная библиотека «Консультант студента» <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785437200445.html>.
2. Основы гидравлики и теплотехники [Электронный ресурс] : Учебное издание / Под общей ред. проф. В.Н. Посохина. - М. : Издательство АСВ, 2014. Студенческая электронная библиотека «Консультант студента» <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785432300218.html>
3. Теоретические основы теплотехники [Электронный ресурс] : Учеб. пособие для вузов / В.И. Ляшков. - М. : Абрис, 2012. Изд-во М.: КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 328 с. Студенческая электронная библиотека «Консультант студента» <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785437200513.htm>.
4. Нелинейная термодинамика неравновесных систем [Электронный ресурс] : Учебное пособие / А. Л. Петелин. - М. : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014. Студенческая электронная библиотека «Консультант студента» <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785703840528.html>

### б) дополнительная литература

1. Христофоров, А.И.. Техническая термодинамика и теплотехника : практическое пособие : в 2 ч. / А. И. Христофоров ; Владимир: ВлГУ, 2009-2011. Электронная библиотека ВлГУ <http://e.lib.vlsu.ru/bitstream/123456789/1271/3/00902.pdf>
2. Козлов, Николай Андреевич. Техническая термодинамика и теплотехника : учебное пособие для вузов по направлению "Химическая технология и биотехнология" / Н. А. Козлов ; Владимир : ВлГУ, 2010 .— 179 с. : ил  
Электронная библиотека ВлГУ.(60 экз) <http://e.lib.vlsu.ru/bitstream/123456789/1376/3/00775.pdf>

3. Теплотехника [Электронный ресурс] / Рудобашта С. П. - М. : КолосС, 2010. Студенческая электронная библиотека «Консультант студента»

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785953206587.html>

4. Техническая термодинамика. Тепломассообмен. [Электронный ресурс] : Учебное издание / Мирам А.О., Павленко В.А. - М. : Издательство АСВ, 2011. Студенческая электронная библиотека «Консультант студента»

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930938418.html>.

**в) периодические издания:**

- журнал «Известия ВУЗов. Химия и химическая технология»;
- журнал «Химическая промышленность сегодня»;
- журнал «Фундаментальные проблемы современного материаловедения»;
- журнал «Бутлеровские сообщения»;
- журнал «Башкирский химический журнал»;

- журнал «Известия ВУЗов. Прикладная химия и биотехнология»;
- журнал «Современные наукоемкие технологии»

**г) интернет-ресурсы:**

- сайты ведущих научных журналов по химической технологии;
- электронные библиотечные системы «Лань», ЭБС «Znanium», Студенческая электронная библиотека «Консультант студента», ЭБС «IPRbooks» и др. (бесплатный доступ через электронную библиотеку ВлГУ).

**8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

**ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

- 1) интерактивные лекции (наборы презентаций для прочтения лекций);
- 2) набор DVD-фильмов по различным производствам и процессам химической технологии;
- 3) аудитории кафедры для проведения практических занятий.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 18.03.02 "Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии"; профилю программы подготовки «Рациональное использование сырьевых и энергетических ресурсов»

Рабочую программу составил



д.т.н., профессор Христофоров А.И.

Рецензент

(представитель работодателя)



зам. генерального директора по научно-технологическому развитию  
 ЗАО «Компания «СТЭС», к.т.н  
 Лазарев Е.В.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ХТ.

Протокол № 8 от 1.04.15 года

Заведующий кафедрой



Панов Ю.Т.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 18.03.02 "Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии";

Протокол № 9 от 1.04.15 года

Председатель комиссии



Панов Ю.Т.

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Рабочая программа одобрена на 2016/17 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 5.09.16 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

## Рецензия

на рабочую программу дисциплины «Техническая термодинамика и теплотехника» для студентов направления 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» очной формы обучения профессора кафедры ХТ Христофорова А.И.

На рецензирование представлена рабочая программа дисциплины профессора Христофорова А.И. для студентов направления 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» очной формы обучения.

В рабочей программе четко сформулирована цель освоения студентами данной дисциплины и задачи, выполнение которых позволяет достигнуть обозначенную цель.

В соответствии с ФГОС ВО в программе перечислены компетенции, в формировании которых участвует данная дисциплина. Определены и четко согласованы с соответствующими компетенциями результаты образования.

Объем дисциплины (4 ЗЕТ, 144 ч.) соответствует учебному плану направления. Тематический план дисциплины представлен с разбиением по неделям, с указанием количества всех форм занятий, в том числе в интерактивной форме. Перечислены контрольные мероприятия текущей и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины. В части содержания дисциплины тематический план представлен достаточно подробно, что позволяет составить представление о материале лекционного курса, тематике практических занятий и сделать вывод о том, что содержание дисциплины полностью соответствует современным тенденциям развития науки и техники в области химической технологии.

В рабочей программе содержатся оценочные средства в виде вопросов заданий для проведения рейтинг-контроля и к экзамену, которые позволяют преподавателю объективно оценить результаты освоения дисциплины в процессе и в конце обучения. Даны методические указания и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента как неотъемлемой составной части образовательного процесса.

Описаны технологии обучения, применяемые автором для активизации образовательного процесса для всех форм занятий: лекций, практических занятий, самостоятельной работы.

В рабочей программе перечислена учебно-методическая литература, рекомендованная автором для изучения дисциплины: основная, которая формирует основные результаты образования и заявленные компетенции, и дополнительная (в том числе интернет-ресурсы), необходимая для более глубокого освоения основных положений дисциплины и развития творческих и интеллектуальных способностей студентов.

Заявленное в рабочей программе материально-техническое обеспечение позволяет реализовать заявленные задачи дисциплины и достигнуть поставленной цели.

Таким образом, представленная рабочая программа дисциплины «Техническая термодинамика и теплотехника» профессора Христофорова А.И. составлена в полном соответствии с требованиями ФГОС ВО и может быть использована при подготовке бакалавров направления 18.03.02.«Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии».

Рецензент:

зам. генерального директора по научно-технологическому развитию  
ЗАО «Компания «СТЭС», к.т.н.



Лазарев Е.В.