

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)



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УМР

А.А.Панфилов

« 01 » 04 2015 г.

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.	Лабора-т. работ, час.	Практиче-ские заня-тия, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет), час
5	6/216	18	-	36	117	Экзамен, 45
6	3/108	18	-	36	54	Зачет
Итого	9/324	36	-	72	171	Экзамен 45, зачет

Владимир, 2015 г.

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; ПК-14);
- применять методы математического анализа и моделирования процессов теплообмена, (ОПК- 2; ПК-14);
- теоретического и экспериментального исследования (ОПК- 2; ПК-14);

2) Уметь:

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

3) Владеть:

- методологией применения современных методов исследования технологических процессов и природных сред (ОПК- 2; ПК-14);
- методологией использования компьютерные средства в научно-исследовательской работе (ОПК- 2; ПК-14);

В процессе ознакомления дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие общепрофессиональные и профессиональные компетенции:

(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 9 зачетных единиц, 324 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	КП / КР			
5 семестр													
1	Тема 1 Термодинамика	5	1-2	2		4				13		2/ 33,3	
2	Тема 2 Смеси идеальных газов	5	3-4	2		4				13		2/ 33,3	
3	Тема 3 Понятие о термодинамическом процессе	5	5-6	2		4				13		2/ 33,3	Рейтинг-контроль 1
4	Тема 4 «Понятие о произвольном термодинамическом процессе»	5	7-8	2		4				13		2/ 33,3	
5	Тема 5 Законы термодинамики	5	9-10	2		4				13		2/ 33,3	
6	Тема 6. Основы теории теплопроводности через плоскую стенку	5	11-12			4				13		2/ 33,3	Рейтинг-контроль 2

№ 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
7	Тема 7 основы теории теплопроводности через цилиндрическую и шаровую стенки	5	13-14	2		4			13		2/ 33,3	
8	Тема 8 Конвективный теплообмен, теоретические основы	5	15-16	2		4			13		2/ 33,3	
9	Тема 9 Теплопередача через стенки	5	17-18	2		4			13		2/ 33,3	Рейтинг-контроль 3
Итого в 5 семестре				18		36			117		18/ 33,3	Экзамен, 45
6 семестр												
10	Тема 10 Лучистый теплообмен, теоретические основы	6	1-2	2		4			6		2/ 33,3	
11	Тема 11 Передача тепла излучением и конвекцией	6	3-4	2		4			6		2/ 33,3	

№ 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		
12	Тема 12. Нестационарный теплообмен. Критерии подобия	6	5-6	2		4			6	2/ 33,3	Рейтинг-контроль 1
13	Тема 13. Нестационарная теплопроводность. Охлажденные пластины	6	7-8	2		4			6	2/ 33,3	
14	Тема 14. Нестационарная теплопроводность.	6	9-10	2		4			6	2/ 33,3	
15	Тема 15. Теплопроводность при наличии внутренних источников теплоты	6	11-12	2		4			6	2/ 33,3	Рейтинг-контроль 2
16	Тема 16 Нестационарная теплопроводность при изменении агрегатного состояния вещества.	6	13-14	2		4			6	2/ 33,3	

№ 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
17	Тема 17 Тепловые волны	6	15-16	2		4			6		2/ 33,3	
18	Тема 18 Эксергия вещества и энергии	6	17-18	2		4			6		2/ 33,3	Рейтинг-контроль 3
Итого в 6 семестре			108 ч	18		36			54		18/ 33,3	Зачет
Всего к курсу			324 ч	36		72			171		36/ 33,3	Экзамен, зачет

4.1. Теоретический курс

(мультимедийное сопровождение)

теоретический курс 5 семестр

Лекция 1. «Термодинамика»

Вопросы: 1. Общие понятия о термодинамике 2. Параметры состояния газа идеального газа (температура, удельный объём, давление). 3. Уравнения состояния идеального газа

Лекция 2. “Смеси идеальных газов”

Вопросы: 1. Закон Дальтона. 2. Представление составов смесей газов 3. Теплоемкости идеальных газов. 4. Влажный воздух, пар. Определения и математические формулы для влажного воздуха и пара

Лекция 3. «Понятие о термодинамическом процессе»

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

Лекция 4. «Понятие о термодинамическом процессе»

Вопросы: 1. Произвольный обратимый термодинамический процесс. Функции состояния, аддитивность, взаимосвязь функций между собой. 2. Внутренняя энергия системы. 3. Эн-

тальпия. 4. Энтропия. 5. Первый закон термодинамики. 6. Кинетическая и потенциальная энергии.

Лекция 5. «Законы термодинамики»

Вопросы: 1 Второй закон термодинамики, следствие из закона. 2. Аналитическая формулировка второго закона термодинамики. 3. Объединенное уравнение первого и второго законов термодинамики для обратимых изохорных и изобарных процессов. 4. Третий закон термодинамики, следствие из закона

Лекция 6 “ Основы теории теплопроводности через плоскую стенку ”

Вопросы: 1. Понятие о теплотехнике и принципиальных направлениях использования теплоты. 2. Теплопроводность, понятие о температурном поле, градиенте, потоке. 3. Стационарная теплопроводность однородной однослойной плоской стенки. Граничные условия первого рода.

Лекция 7 “Основы теории теплопроводности через цилиндрическую и шаровую стенки ”

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

Лекция 8 “ Конвективный теплообмен, теоретические основы ”

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 9 “ Теплопередача через стенки ”

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

4.2. Перечень тем практических занятий 5 семестра

№ п/п	Наименование	Продолжительность, час
Тема 1	<i>Практика 1 Закон Бойля.</i> Закон Гей-Люссака для смеси идеальных газов. Математическое выражение. Примеры задач и варианты для их решения. Контрольные задания 1.1 ; задание 1.2	4
Тема 2	<i>Практика 2</i> Уравнение Менделеева-Клапейрона: вывод, математическое выражение, решение контрольных заданий 1.3; 1.4; 1.5	4
Тема 3	<i>Практика 3</i> Закон Авогадро математическое выражение, решение контрольных заданий 1.6 ; 1.7	4
Тема 4	<i>Практика 4</i> Основные законы для смеси идеальных газов, математическое выражение. Закон Бойля-Мариотта. Уравнение Майера. Закон Дальтона. Газовые смеси. Примеры задач и варианты для их решения	4
Тема 5	<i>Практика 5</i> Определения и математические формулы для влажного воздуха и пара. Номограмма 1. решение задания 2.1; 2,2	4
Тема 6	<i>Практика 6</i> Реальные газовые смеси., Расчет концентрации отдельных компонентов газовой смеси по законам Дальтона и уравнения Менделеева-Клапейрона. Задание 2.3; 2,4; 2.5; 2,6	4
Тема 7	<i>Практика 7.</i> Провести расчет параметров реальных газов. Здания: 3.1, 3.2, 3.3, 3.4	4
Тема 8	<i>Практика 8.</i> Произвольный обратимый термодинамический процесс. Математическое выражение основных функций состояния системы, их взаимосвязь	4
Тема 9	<i>Практика 9.</i> Произвольный обратимый процесс в vr - и sT - координатах	4
Всего, час.		36

4.3 6 семестр теоретический курс

Лекция 10 Лучистый теплообмен, теоретические основы

Вопросы: 1. Общие понятия лучистого теплообмена. Диапазон длин волн. Лучистый поток, коэффициенты отражения, поглощения, пропускания. Характеристика тел (белое, черное, серое, цветное, диатермичное). Закон Кирхгофа. 2. Законы Планка и смещения Вина. Полное количество энергии, излучаемой абсолютно черным телом. 3. Лучистый теплообмен между телами. Количество энергии, передаваемой от одного тела к другому.

Лекция 11 Передача тепла излучением и конвекцией

Вопросы: 1. Формула Михеева для расчета лучистого теплообмена между газом (первое тело) и стенкой (второе тело). 2. Сложный теплообмен (передача тепла конвекцией и излучением). Математическое выражение общего теплового потока. 3. Потери тепла через кладку в окружающую среду. Формулы для расчета теплового потока, α_1 , α_2 . 4. Потери тепла излучением через открытые отверстия

Лекция 12. Нестационарный теплообмен. Критерии подобия

Вопросы: 1. Теория подобия. 2. Теоремы подобия. 3. Критерии подобия. 3. Безразмерные комплексы для теплотехнических расчетов. 4. Теплоотдача при свободной и вынужденной конвекции.

Лекция 13. Нестационарная теплопроводность. Охлаждение пластины

Вопросы: 1. Граничные условия третьего рода. 2. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Краевые условия и граничные условия при $x=\delta$. 3. Функция распределения температуры в пластине в любой момент времени, разделение переменных в дифференциальном уравнении. 4. Математическое выражение перехода от аналитического решения дифференциального уравнения теплопроводности к графическому. 5. Графическое представление решения дифференциального уравнения теплопроводности. Выражение для A_n

Лекция 14. Нестационарная теплопроводность.

Вопросы: 1. Решение задачи нестационарного теплообмена. Нагревание пластины. 2. Температурное поле в теле конечных размеров

Лекция 15. Теплопроводность при наличии внутренних источников теплоты

Вопросы: 1. Граничные условия при решении задач теплопередачи (условия однозначности). 2. Решение задачи теплопроводности при наличии источника теплоты постоянной мощности. 3. Нестационарная теплопроводность

Лекция 16 Нестационарная теплопроводность при изменении агрегатного состояния вещества

Вопросы: 1. Общие сведения 2. Баланс теплоты на границе раздела фаз 3. Температурное поле

Лекция 17 Тепловые волны

Вопросы: 1. Температура поверхности- гармоническая функция времени 2. Тепловой поток 3. Решение задачи нагрева (охлаждения) параллелепипеда).

Лекция 18 Эксергия вещества и энергии

Вопросы: 1. Процессы преобразования энергии и вещества в ЭХТС. 2. Организованная энергия. 3. Зависимость эксергии от формы энергетических взаимодействий. 4. Термомеханическая эксергия вещества проточной системы. 5. Эксергия потока вещества – функция состояния системы. 6. Эксергия вещества в закрытой термодинамической системе. 7. Химическая эксергия 8. Концентрационная эксергия

4.5. Перечень тем практических занятий 6 семестра

№ п/п	Наименование	Время, час
Тема 10	<i>Практика 10.</i> Сущность первого закона термодинамики, теория. Работа изотермического процесса, теория. Решение заданий 5.1, 5.2.	4
Тема 11	<i>Практика 11.</i> Работа изобарического процесса, теория, примеры для решения, решение задач 5.3, 5.4	4
Тема 12	<i>Практика 12.</i> Работа изохорного процесса, примеры для решения, решение задание 5,5	4
Тема 13	<i>Практика 13.</i> Второй закон термодинамики, теория. Объединенное уравнение первого и второго законов термодинамики для обратимых процессов. Вычисление изменения энтропии, задание 6.1; изменение термодинамических функций задание 6.2, 6.3.	4
Тема 14	<i>Практика 14</i> Сущность третьего закона термодинамики, теория, следствие из него. Работа адиабатического и политропического процесса, их решение в общем виде	4
Тема 15	<i>Практика 15</i> Варианты решения задач теплопроводности через плоскую стенку. Варианты решения задач теплопроводности через многослойную плоскую стенку	4
Тема 16	<i>Практика 16</i> Теплопроводность через цилиндрическую стенку. Задания и варианты решения задачи теплопроводности через многослойную цилиндрическую стенку	4
Тема 17	<i>Практика 17</i> Теплопередача через плоскую стенку в граничных условиях третьего рода. Задания и варианты решения задачи теплопередачи через многослойную плоскую стенку	4

Тема 18	<i>Практика 18</i>	Теплопередача через цилиндрическую и шаровую стенки в граничных условиях третьего рода. Варианты решения задачи теплопередачи через цилиндрическую стенку	4
			Всего, час. 36

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 практических заданий.

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:

- публичная защита рефератов;
- научные студенческие конференции по итогам защиты рефератов;
- 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»

5 семестр

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 (выполнение заданий и ответы на контрольные вопросы). Максимальная оценка по одному рейтингу 10 баллов (30 баллов за 3 рейтинга), максимальная оценка по всему комплексу практических занятий в семестре при сдаче работ в установленные сроки (18 занятий) – 18 баллов; посещение лекционных занятий (9 занятий = 12 баллов, 8 занятий = 8 б; 7 занятий = 6 б; 6 занятий = 2 б.; 5 занятий и менее = 0 б. Максимальная оценка при ответе на вопросы экзаменационного билета = 40 баллов. Максимальный суммарный оценочный балл = 100 б.

Рейтинг-контроль № 1

1. Общие понятия о термодинамике 2. Параметры состояния газа идеального газа (температура, удельный объём, давление). 3. Уравнения состояния идеального газа. 4. Закон

Дальтона. 5. Представление составов смесей газов. 6. Теплоемкости идеальных газов. 7. Влажный воздух, пар. Определения и математические формулы для влажного воздуха и пара. 8. Термодинамический процесс. 9. Понятие обобщенной силы и обобщенной координаты. 10. Произвольный обратимый процесс в up - и sT - координатах. 11. Фундаментальные процессы в классической равновесной термодинамике.

Рейтинг-контроль № 2.

1. Произвольный обратимый термодинамический процесс. Функции состояния, аддитивность, взаимосвязь функций между собой. 2. Внутренняя энергия системы. 3. Энтальпия. 4. Энтропия. 5. Первый закон термодинамики. 6. Кинетическая и потенциальная энергии. 7. Второй закон термодинамики, следствие из закона. 8. Аналитическая формулировка второго закона термодинамики. 9. Объединенное уравнение первого и второго законов термодинамики для обратимых изохорных и изобарных процессов. 10. Третий закон термодинамики, следствие из закона. 11. Понятие о теплотехнике и принципиальных направлениях использования теплоты. 12. Теплопроводность, понятие о температурном поле, градиенте, потоке. 13. Стационарная теплопроводность однородной однослойной плоской стенки. Граничные условия первого рода.

Рейтинг-контроль № 3.

1. Стационарная теплопроводность однослойной цилиндрической стенки. Граничные условия первого рода. 2. Стационарная теплопроводность однослойной шаровой стенки. Граничные условия первого рода. 3. Стационарная теплопроводность многослойной плоской стенки. Граничные условия первого рода. 4. Стационарная теплопроводность многослойной цилиндрической стенки. 5. Конвективный теплообмен, основные определения. 6. Использование основ теории подобия для расчета коэффициентов свободной и вынужденной конвекции. 7. Безразмерные комплексы для теплотехнических расчетов. 8. Теплоотдача при свободной и вынужденной конвекции. 9. Теплопередача через однослойную плоскую стенку в стационарном режиме. 10. Теплопередача через однослойную цилиндрическую стенку в стационарном режиме. 11. Теплопередача через многослойную плоскую стенку в стационарном режиме. 12. Теплопередача через многослойную цилиндрическую стенку в стационарном режиме.

6.2 Перечень тем самостоятельных занятий 5 семестра

Тема 1 Термодинамика

Тема 2 Смесей идеальных газов

- Тема 3** Понятие о термодинамическом процессе
- Тема 4** Понятие о произвольном термодинамическом процессе
- Тема 5** Законы термодинамики
- Тема 6** Основы теории теплопроводности через плоскую стенку
- Тема 7** Основы теории теплопроводности через цилиндрическую и шаровую стенки
- Тема 8** Конвективный теплообмен, теоретические основы
- Тема 9** Теплопередача через стенки

6.3. Вопросы к экзамену в 5 семестре

1. Общие понятия о термодинамике
2. Параметры состояния газа идеального газа (температура, удельный объём, давление).
3. Уравнения состояния идеального газа. 4. Закон Дальтона.
5. Представление составов смесей газов 6. Теплоемкости идеальных газов.
7. Влажный воздух, пар. Определения и математические формулы для влажного воздуха и пара.
8. Термодинамический процесс. 9. Понятие обобщенной силы и обобщенной координаты.
10. Произвольный обратимый процесс в vp - и sT - координатах.
11. Фундаментальные процессы в классической равновесной термодинамике.
12. Произвольный обратимый термодинамический процесс. Функции состояния, аддитивность, взаимосвязь функций между собой.
13. Внутренняя энергия системы. Энтальпия. Энтропия.
14. Первый закон термодинамики.
15. Кинетическая и потенциальная энергии.
16. Второй закон термодинамики, следствие из закона.
17. Аналитическая формулировка второго закона термодинамики.
18. Объединенное уравнение первого и второго законов термодинамики для обратимых изохорных и изобарных процессов.
19. Третий закон термодинамики, следствие из закона
20. Понятие о теплотехнике и принципиальных направлениях использования теплоты.
21. Теплопроводность, понятие о температурном поле, градиенте, потоке.
22. Стационарная теплопроводность однородной однослойной плоской стенки. Граничные условия первого рода.

23. Стационарная теплопроводность однослойной цилиндрической стенки. Граничные условия первого рода.
24. Стационарная теплопроводность однослойной шаровой стенки. Граничные условия первого рода.
25. Стационарная теплопроводность многослойной плоской стенки. Граничные условия первого рода.
26. Стационарная теплопроводность многослойной цилиндрической стенки.
27. Конвективный теплообмен, основные определения.
28. Использование основ теории подобия для расчета коэффициентов свободной и вынужденной конвекции.
29. Безразмерные комплексы для теплотехнических расчетов.
30. Теплоотдача при свободной и вынужденной конвекции.
31. Теплопередача через однослойную плоскую стенку в стационарном режиме.
32. Теплопередача через однослойную цилиндрическую стенку в стационарном режиме.
33. Теплопередача через многослойную плоскую стенку в стационарном режиме.
34. Теплопередача через многослойную цилиндрическую стенку в стационарном режиме

Промежуточная аттестация (экзамен) проводится в конце 5 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 формулиров-

ках, 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

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

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

6 семестр

Максимальная оценка по одному рейтингу 10 баллов (30 баллов за 3 рейтинга), максимальная оценка по всему комплексу практических занятий в семестре при сдаче работ в установленные сроки (18 занятий) – 18 баллов; посещение лекционных занятий (9 занятий = 12 баллов, 8 занятий = 8 б; 7 занятий = 6 б; 6 занятий = 2 б.; 5 занятий и менее = 0 б. Максимальная оценка при ответе на вопросы билета зачета = 40 баллов. Максимальный суммарный оценочный балл = 100 б

Рейтинг-контроль № 1

1. Общие понятия лучистого теплообмена. Диапазон длин волн. Лучистый поток, коэффициенты отражения, поглощения, пропускания. Характеристика тел (белое, черное, серое, цветное, диатермичное). Закон Кирхгофа. 2. Законы Планка и смещения Вина. Полное количество энергии, излучаемой абсолютно черным телом. 3. Лучистый теплообмен между телами. Количество энергии, передаваемой от одного тела к другому. 4. Формула Михеева для расчета лучистого теплообмена между газом (первое тело) и стенкой (второе тело). 5. Сложный теплообмен (передача тепла конвекцией и излучением). Математическое выражение общего теплового потока. 6. Потери тепла через кладку в окружающую среду. Формулы для расчета теплового потока, α_1 , α_2 . 7. Потери тепла излучением через открытые отверстия. 8. Теория подобия. 9. Теоремы подобия. 10. Критерии подобия. 11. Безразмерные комплексы

для теплотехнических расчетов. 12 Теплоотдача при свободной и вынужденной конвекции.

Рейтинг-контроль № 2.

1. Граничные условия третьего рода. 2. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Краевые условия и граничные условия при $x=\delta$. 3. Функция распределения температуры в пластине в любой момент времени, разделение переменных в дифференциальном уравнении. 4. Математическое выражение перехода от аналитического решения дифференциального уравнения теплопроводности к графическому. 5. Графическое представление решения дифференциального уравнения теплопроводности. Выражение для A_n . 6. Решение задачи нестационарного теплообмена. Нагревание пластины. 7. Температурное поле в теле конечных размеров. 8. Граничные условия при решении задач теплопередачи (условия однозначности) 9. Решение задачи теплопроводности при наличии источника теплоты постоянной мощности. 10. Нестационарная теплопроводность

Рейтинг-контроль № 3

1. Общие сведения 2. Баланс теплоты на границе раздела фаз 3. Температурное поле 4. Температура поверхности- гармоническая функция времени 5. Тепловой поток 6. Решение задачи нагрева (охлаждения) параллелепипеда. 7. Процессы преобразования энергии и вещества в ЭХТС. 8. Организованная энергия. 9. Зависимость эксергии от формы энергетических взаимодействий. 10. Термомеханическая эксергия вещества проточной системы. 11. Эксергия потока вещества – функция состояния системы. 12. Эксергия вещества в закрытой термодинамической системе. 13. Химическая эксергия 14. Концентрационная эксергия

6.5 Перечень тем самостоятельных занятий 6 семестра

- Тема 10* Лучистый теплообмен, теоретические основы
Тема 11 Передача тепла излучением и конвекцией
Тема 12 Нестационарный теплообмен. Критерии подобия
Тема 13 Нестационарная теплопроводность. Охлаждение пластины
Тема 14 Нестационарная теплопроводность
Тема 15 Теплопроводность при наличии внутренних источников теплоты
Тема 16 Нестационарная теплопроводность при изменении агрегатного состояния вещества
Тема 17 Тепловые волны
Тема 18 Эксергия вещества и энергии

6.6. Вопросы к зачету в 6 семестре

1. Общие понятия лучистого теплообмена. Диапазон длин волн. Лучистый поток, коэффи-

коэффициенты отражения, поглощения, пропускания. Характеристика тел (белое, черное, серое, цветное, диатермичное). Закон Кирхгофа. 2. Законы Планка и смещения Вина. Полное количество энергии, излучаемой абсолютно черным телом.

3. Лучистый теплообмен между телами. Количество энергии, передаваемой от одного тела к другому. 4. Формула Михеева для расчета лучистого теплообмена между газом (первое тело) и стенкой (второе тело). 5. Сложный теплообмен (передача тепла конвекцией и излучением). Математическое выражение общего теплового потока. 6. Потери тепла через кладку в окружающую среду. Формулы для расчета теплового потока, α_1 , α_2 . 7. Потери тепла излучением через открытые отверстия. 8. Теория подобия. 9. Теоремы подобия. 10. Критерии подобия. 11. Безразмерные комплексы для теплотехнических расчетов. 12. Теплоотдача при свободной и вынужденной конвекции. 13. Граничные условия третьего рода.

14. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Краевые условия и граничные условия при $x=\delta$. 15. Функция распределения температуры в пластине в любой момент времени. разделение переменных в дифференциальном уравнении. 16. Математическое выражение перехода от аналитического решения дифференциального уравнения теплопроводности к графическому. 17. Графическое представление решения дифференциального уравнения теплопроводности. Выражение для A_n . 18. Решение задачи нестационарного теплообмена. Нагревание пластины. 19. Температурное поле в теле конечных размеров. 20. Граничные условия при решении задач теплопередачи (условия однозначности). 21. Решение задачи теплопроводности при наличии источника теплоты постоянной мощности. 22. Нестационарная теплопроводность. 23. Общие сведения. Баланс теплоты на границе раздела фаз. 24. Температурное поле. 25. Температура поверхности- гармоническая функция времени. 26. Тепловой поток. 27. Решение задачи нагрева (охлаждения) параллелепипеда. 28. Процессы преобразования энергии и вещества в ЭХТС. 29. Организованная энергия. 30. Зависимость эксергии от формы энергетических взаимодействий. 31. Термомеханическая эксергия вещества проточной системы. 32. Эксергия потока вещества – функция состояния системы. 33. Эксергия вещества в закрытой термодинамической системе. 34. Химическая эксергия. 35. Концентрационная эксергия

При оценке знаний студентов (зачет) преподаватель руководствуется следующими критериями для обеспечения объективного подхода к выставлению при зачете (зачет, не зачет)- оценка «зачет» выставляется за исчерпывающие ответы на вопросы билета зачета, изложенные последовательно, грамотно, с обоснованием представленных положений, использованием не только конспекта лекций и учебника, но и монографической литературы;

- оценка «не зачет» выставляется за отсутствие ответов на вопросы 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. 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>
4. Теоретические основы теплотехники [Электронный ресурс] : Учеб. пособие для вузов / В.И. Ляпков. - 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>

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 библиотеки ВлГУ (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.

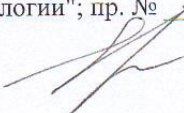
Рецензент (представитель работодателя)
зам. генерального директора по научно -
технологическому развитию
ЗАО «Компания «СТЭС», к.т.н



Лазарев Е.В.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ХТ пр. № 8 от 1.04.15
Заведующий кафедрой, д.т.н., профессор  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"; пр. № 9 от 1.04.15

Председатель комиссии, д.т.н., профессор  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 2017/18 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 4.09.17 года

Заведующий кафедрой 

Рабочая программа одобрена на 2018/19 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 3.09.18 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 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, экзамена и зачета, 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.



Пазарев Е.В.