

УТВЕРЖДАЮ
Директор ФТИ

_____ О.Ю. Долматов

« ___ » _____ 2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
на 2015/2016 уч. год
ПРИКЛАДНАЯ ХИМИЧЕСКАЯ ТЕРМОДИНАМИКА

**СПЕЦИАЛЬНОСТЬ: 240501 Химическая технология материалов
современной энергетики**

СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ: Химическая технология материалов ЯТЦ

КВАЛИФИКАЦИЯ (СТЕПЕНЬ): инженер
БАЗОВЫЙ УЧЕБНЫЙ ПЛАН ПРИЕМА: 2013 г.
КУРС 3 СЕМЕСТР 5
КОЛИЧЕСТВО КРЕДИТОВ: 4
КОД ДИСЦИПЛИНЫ: С2.Б9.2

Виды учебной деятельности	Временной ресурс
Лекции, ч	24
Практические занятия, ч	16
Лабораторные занятия, ч	–
Аудиторные занятия, ч	40
Самостоятельная работа, ч	41
ИТОГО, ч	81

ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ: экзамен
**ОБЕСПЕЧИВАЮЩЕЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ: кафедра «Химическая техно-
логия редких, рассеянных и радиоактивных элементов» (ХТРЭ) ФТИ**

ЗАВЕДУЮЩИЙ КАФЕДРОЙ ХТРЭ _____ Р.И.Крайденко

РУКОВОДИТЕЛЬ ООП _____

ПРЕПОДАВАТЕЛЬ _____ И.В. Петлин

2015 г.

1. Цели освоения дисциплины

Цели дисциплины и их соответствие целям ООП

Код цели	Цели ООП	Цели освоения дисциплины «Прикладная химическая термодинамика»
Ц1	Подготовка выпускников к <i>производственно-технологической</i> деятельности в специальной и междисциплинарных областях, связанной с эксплуатацией и модернизацией существующих, внедрением новых наукоемких технологий материалов современной энергетики, к активному участию в инновационной деятельности предприятия или организации.	Формирование у студентов знаний основных законов химической термодинамики и методов расчета термодинамических параметров химико-технологических процессов.
Ц2	Подготовка выпускников к <i>научно-исследовательской</i> деятельности в области химической технологии материалов современной энергетики, интегрированию новых идей, применению естественнонаучных, математических и специальных знаний и умений к решению инновационных задач, связанных с получением, изучением свойств веществ, разработкой и оптимизацией производственных установок и технологических схем	Формирование у студентов навыков проведения теоретических расчетов термодинамических констант веществ и потенциалов.
Ц3	Подготовка выпускников к проектной деятельности в области разработки технологических процессов предприятий ЯТЦ и редкометалльной промышленности	Формирование навыков поиска физико-химических данных и применения их при решении практических химических задач

2. Место дисциплины в структуре ООП

Согласно ФГОС по специальности 240501 и ООП 240501 «Химическая технология материалов современной энергетики» дисциплина «Прикладная химическая термодинамика» является дисциплиной модуля «Физическая химия» и относится к базовой части математического и естественнонаучного цикла.

Для успешного освоения курса обучающийся должен обладать удовлетворительными базовыми знаниями по математике, неорганической, органической и физической химии, полученными при изучении дисциплин (ПРЕРЕКВИЗИТОВ):

Код дисциплины ООП	Наименование дисциплины
С2.Б1.1	Математика
С2.Б4.1	Химия
С2.Б5	Органическая химия
С2.Б9.1	Физическая химия

При изучении указанных дисциплин (пререквизитов) формируются «входные» знания, умения, опыт и компетенции, необходимые для успешного освоения дисциплины «Прикладная химическая термодинамика».

В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИН (ПРЕРЕКВИЗИТОВ) СТУДЕНТ ДОЛЖЕН:

Знать:

- основные понятия и методы математического анализа;
- математические методы решения профессиональных задач;
- классификацию химических элементов и соединений (органических и неорганических);
- основные законы и определения общей, неорганической и органической химии;
- основные законы и правила физической химии.

Уметь:

- применять интегральное и дифференциальное исчисления функций одной или нескольких переменных к решению прикладных задач;
- решать типовые задачи, связанные с основными разделами химии, использовать химические законы;
- использовать основные химические законы, справочные данные и количественные соотношения неорганической химии.

Владеть:

- основными методами численного анализа и обработки экспериментальных данных;

- теоретическими методами описания свойств простых и сложных веществ, определения физико-химических свойств неорганических соединений.

В результате освоения дисциплин (пререквизитов) обучаемый должен обладать следующими общепрофессиональными компетенциями:

- использовать математические и естественнонаучные знания для решения задач своей профессиональной деятельности;
- работать с технической литературой и информационными базами данных и использовать полученную информацию при осуществлении своей профессиональной деятельности.

Этот необходимый минимум знаний определяется при проведении «входного» контроля на первом занятии. По итогам «входного» контроля обучающемуся даются рекомендации по восполнению утраченных знаний в форме самостоятельной работы или с помощью преподавателя.

Содержание разделов дисциплины «Прикладная химическая термодинамика» согласовано с содержанием дисциплин, изучаемых параллельно (КОРЕКВИЗИТЫ):

- С3.Б3 «Общая химическая технология»;
- С3.Б8 «Химические реакторы».

3. Результаты освоения дисциплины

В соответствии с требованиями ООП освоение дисциплины «Прикладная химическая термодинамика» направлено на формирование у студентов следующих компетенций (результатов обучения), в т.ч. в соответствии с ФГОС:

Таблица 1

Составляющие результатов обучения, которые будут получены при изучении данной дисциплины

Результаты обучения (компетенции из ФГОС)	Составляющие результатов обучения					
	Код	Знания	Код	Умения	Код	Владение опытом
Р1 ОК-1, ПК-1	3.1.1	основные уравнения, определения и законы химической термодинамики				
Р3 ПК-2, ПСК-1.1	3.3.1	основные и специализированные методики расчетов термодинамических потенциалов химико-технологических процессов	У.3.1	рассчитывать термодинамические потенциалы химико-технологических процессов	В.3.1	расчета термодинамических потенциалов химико-технологических процессов

	3.3.2	методы термодинамического описания химических и фазовых равновесий в многокомпонентных системах	У.3.2	рассчитывать константы равновесия химико-технологических процессов	В.3.2	расчета термодинамических характеристик направленности химико-технологических процессов
P5 ОК-4, ПК-2, 3, 14, 15	3.5.1	методы экспериментального определения термодинамических констант веществ и потенциалов	У.5.1	проводить обработку экспериментальных данных о свойствах веществ и материалов	В.5.1	расчета термодинамических величин статическими методами
P8 ОК-4, ПК-4			У.8.1	проводить обработку, анализировать научно-техническую информацию о свойствах веществ и материалов	В.8.1	расчета тепловых и материальных потоков химико-технологических процессов

В результате освоения дисциплины у студентов развиваются следующие компетенции:

Универсальные (общекультурные, ОК):

- способностью представить современную картину мира на основе целостной системы естественнонаучных и математических знаний (**ОК-1**);
- владением культурой мышления, способностью к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения (**ОК-4**).

Профессиональные (ПК):

- способностью использовать математические и естественнонаучные знания для решения задач своей профессиональной деятельности (**ПК-1**);
- способностью к проведению научного исследования и анализу полученных при его проведении результатов (**ПК-2**);
- способностью к использованию методов математического моделирования отдельных стадий и всего технологического процесса (**ПК-3**);
- способностью работать с научно-технической и патентной литературой и использовать полученную информацию при осуществлении своей профессиональной деятельности (**ПК-4**);
- способностью к разработке планов и программ проведения научно-исследовательских разработок, выбору методов и средств решения новых задач (**ПК-14**);
- способностью проводить корректную обработку результатов исследований и устанавливать адекватность моделей (**ПК-15**);
- способностью к безопасному проведению, контролю, усовершенствованию и разработке технологических процессов производства основных функциональных материалов ядерного топливного цикла, в том числе с использованием радиоактивных материалов (**ПК-1.1**).

В результате освоения дисциплины «Прикладная химическая термодинамика» студентами должны быть достигнуты следующие результаты:

Таблица 2

Планируемые результаты освоения дисциплины

№ п/п	Результат
РД1	Демонстрировать глубокое понимание основных законов и закономерностей, определяющих направление и результат протекания процессов в гомогенных и гетерогенных системах
РД2	Формулировать конкретные химические задачи, проводить обработку физико-химических данных, обобщать полученные результаты
РД3	Владеть основными методами расчета основных термодинамических параметров химико-технологических процессов

4. Структура и содержание дисциплины

Дисциплина «Прикладная химическая термодинамика» предназначена для применения в технологии материалов современной энергетики. При изучении дисциплины рассматривается теоретическая часть и полученные знания закрепляются при прохождении практических занятий.

Раздел 1. Введение.

Предмет химической термодинамики. Кратка история развития термодинамики, как раздела физической химии. Вводные и основные понятия химической термодинамики. Первый закон (начало) термодинамики. Закон Гесса.

Раздел 2. Следствия закона Гесса. Теплоемкость.

Следствия закона Гесса. Определение понятия «энтальпия». Теплоемкость. Уравнение Кирхгофа.

Раздел 3. Второе начало термодинамики.

Второе начало термодинамики. Определение понятия «энтропия». Смысл второго начала термодинамики. Формулировки Клаузиуса и Томсона.

Раздел 4. Статистическое определение энтропии.

Методы и примеры расчетов статистического определения энтропии.

Раздел 5. Третье начало термодинамики.

Постулат Планка. Расчет абсолютной энтропии веществ в стандартном состоянии. Термодинамические функции состояния системы. Термодинамические потенциалы.

Раздел 6. Химический потенциал.

Определение понятия «химический потенциал». Методы и примеры расчета химического потенциала системы.

Раздел 7. Химическое равновесие.

Термодинамическое равновесие. Учение о равновесных состояниях. Определение понятия «Химическое равновесие».

Раздел 8. Фазовое равновесие.

Определение понятия «Фазовое равновесие». Переходы вещества из одного агрегатного состояния в другое. Диаграммы состояния веществ.

Раздел 9. ТГА и ДСК методы определения термодинамических потенциалов.

Калориметрия. Разновидности и особенности методов. Их достоинства и недостатки. Принципы работы исследовательского оборудования. Теплота, как функция, характеризующая процесс перераспределения внутренней энергии в пространстве.

Раздел 10. Тепловые процессы в химической технологии.

Виды тепловых процессов в химической технологии. Теплообмен. Теплоемкость. Теплопроводность. Разновидности теплоносителей.

Раздел 11. Теплопередача.

Теплопередача. Теплоотдача. Теплопроницаемостью.

Раздел 12. Расчет тепловых и материальных потоков.

Теория и примеры расчетов материального баланса. Сопоставление прихода и расхода (полезно использованной и потерянной) теплоты в различных тепловых процессах.

Перечень практических занятий:

Практика 1. Составление термохимических уравнений.

Практика 2. Расчет тепловых эффектов химических реакций.

Практика 3. Расчет изменения энтропии.

Практика 4. Вычисление изменения энергии Гиббса по значениям стандартных энтальпий и энтропий.

Практика 5. Расчет констант равновесия, равновесных составов.

Практика 6. Применение уравнения Клапейрона-Клаузиуса к процессам плавления и фазового перехода.

Практика 7. Определение термодинамических потенциалов по результатам ДСК и ТГА анализов.

Практика 8. Расчет и оформление теплового и материального балансов.

5. Образовательные технологии

При освоении дисциплины используются следующие сочетания видов учебной работы с методами и формами активизации познавательной деятельности студентов для достижения запланированных результатов обучения и формирования компетенций.

Методы и формы организации обучения (ФОО)

Методы	ФОО	Лекции	Практические занятия	СРС
Дискуссия		х	х	
Работа в команде			х	
Работа с дополнительной литературой, работа с INTERNET				х
Опережающая самостоятельная работа			х	х
Индивидуальное обучение				х

6. Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

6.1. Виды и формы самостоятельной работы

Самостоятельная работа студентов включает текущую и творческую проблемно-ориентированную самостоятельную работу (ТСР).

Текущая самостоятельная работа студентов (ТСРС) направлена на углубление и закрепление знаний студента, развитие практических умений и включает следующие виды работ:

- проработка и дополнение студентами лекционного материала;
- подготовка индивидуальных домашних заданий;
- изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- подготовка к коллоквиуму, экзамену.

Для помощи студентам при необходимости проводятся консультации.

Творческая проблемно-ориентированная самостоятельная работа (ТСР)

ТСР студента состоит в дополнении лекционного материала последними научными достижениями в рассматриваемой области. Необходимую информацию обучающийся получает из предложенных преподавателем оригинальных статей по данной теме и информационных источников Internet-ресурсов.

6.2. Содержание самостоятельной работы студентов по дисциплине

Цель работы: Обучить студента самостоятельным расчетам основных термодинамических параметров химико-технологических процессов.

Темы индивидуальных домашних заданий (ИДЗ):

- ИДЗ 1. Составление термохимических уравнений.
- ИДЗ 2. Расчет тепловых эффектов химических реакций.
- ИДЗ 3. Расчет изменения энтропии.
- ИДЗ 4. Вычисление изменения энергии Гиббса по значениям стандартных энтальпий и энтропий.
- ИДЗ 5. Расчет констант равновесия, равновесных составов.
- ИДЗ 6. Применение уравнения Клапейрона-Клаузиуса к процессам плавления и фазового перехода.
- ИДЗ 7. Определение термодинамических потенциалов по результатам ДСК и ТГА анализов.
- ИДЗ 8. Расчет и оформление теплового и материального балансов.

Темы, выносимые на самостоятельную проработку:

1. Современные методы термического анализа.
2. Использование тепловой энергии в химической промышленности.
3. Виды теплоносителей в химической технологии.

Подготовка к практическим занятиям и коллоквиумам

При выполнении самостоятельной работы рекомендуется использовать:

- материалы, размещенные на персональном сайте преподавателя (<http://portal.tpu.ru:7777/SHARED/p/PETLINIV>);
- литературу из рекомендованного списка;
- литературу из фонда НТБ, не включенную в список рекомендуемой;
- самостоятельный поиск Internet-ресурсов.

6.3. Контроль самостоятельной работы

Контроль за СРС осуществляется в форме проверки своевременности и правильности выполнения индивидуальных домашних заданий (ИДЗ).

Контроль качества проработки лекционного материала и самостоятельного изучения тем осуществляется во время промежуточного контроля (коллоквиум).

7. Средства текущей и промежуточной оценки качества освоения дисциплины

Средства (фонд оценочных средств) оценки текущей успеваемости и промежуточной аттестации студентов по итогам освоения дисциплины «Прикладная химическая термодинамика» представляет собой комплекс контролирующих материалов следующих видов:

- входной контроль, целью которого является выявление наиболее слабо подготовленных студентов, осуществляется с помощью тестов;
- текущий контроль осуществляется в форме индивидуальных домашних заданий и коллоквиумов по итогам изучения студентами одного или нескольких разделов;
- рубежный контроль, целью которого является проверка знаний и умений по данной дисциплине (экзаменационные билеты).

Оценка качества освоения дисциплины производится по результатам следующих контролирующих мероприятий:

Контролирующие мероприятия	Результаты обучения по дисциплине
Практические занятия	РД2, РД3
Индивидуальные домашние задания	РД3
Коллоквиум	РД1, РД2
Экзамен	РД1, РД2, РД3

Разработанные контролирующие материалы позволяют оценить степень усвоения теоретических и практических знаний, приобретенные умения и владения опытом на репродуктивном уровне, когнитивные умения на продуктивном уровне, и способствуют формированию профессиональных и общекультурных компетенций студентов.

Для оценки качества освоения дисциплины при проведении контролирующих мероприятий предусмотрены следующие средства (фонд оценочных средств):

**Входной контроль по дисциплине
«Прикладная химическая термодинамика»**

1. Изобарным называется химический процесс, протекающий при постоянном (постоянной) ...

- 1) ... давлению 2) ... объёме 3) ... температуре

2. Как изменяется энтропия при фазовых переходах:

твёрдое вещество → жидкость → газ?

- 1) увеличивается 2) уменьшается 3) не изменяется

3. Какие процессы протекают самопроизвольно в изолированных системах?

- 1) с увеличением энтропии 2) с уменьшением энтропии
3) с увеличением энтальпии 4) с уменьшением ΔG^0

4. “Тепловой эффект реакции не зависит от пути процесса, а лишь от конечного и начального состояний системы” - это формулировка какого закона?

- 1) сохранения энергии 2) Гесса
3) Лавуазье-Лапласа 4) Гиббса

5. Как называются реакции, протекающие с поглощением тепла?

- 1) экзотермическими 2) эндотермическими
3) изохорными 4) изобарными

**Текущий контроль по дисциплине
«Прикладная химическая термодинамика»**

Коллоквиум 1. Основные законы термодинамики.

Коллоквиум 2. Тепловые процессы в химической технологии.

Индивидуальное домашнее задание № 1.

1. Какое количество теплоты потребуется для нагревания 1 м^3 воздуха от 0 до 1°C при постоянном объеме и начальном давлении $P = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Па}$? Плотность воздуха при нормальных условиях $1,29 \text{ кг/м}^3$, удельная теплоемкость при постоянном давлении $C_p = 1,01 \text{ Дж/(г}\cdot\text{K)}$.

2. Определить количество теплоты, необходимое для нагревания 5 г азота от 15 до 25°C при постоянном объеме.

Рубежный контроль (экзамен)

Экзаменационный билет № 1

По дисциплине Прикладная
химическая термодинамика

Институт физико-технический

Курс 3

1. Первое начало термодинамики. Закон Гесса (15 баллов).
2. Виды топлива (15 баллов).
3. Газ, расширяясь от 0,01 до 0,016 м³ при постоянном давлении $1,013 \cdot 10^5$ Па, поглощает 126 Дж теплоты. Определить изменение внутренней энергии (10 баллов).

Составил _____ ассистент Петлин И.В.

Утверждаю: Зав. кафедрой ХТРЭ _____ доцент Крайденко Р.И.

_____ 20 г.

8. Рейтинг качества освоения дисциплины

Оценка качества освоения дисциплины в ходе текущей и промежуточной аттестации обучающихся осуществляется в соответствии с «Руководящими материалами по текущему контролю успеваемости, промежуточной и итоговой аттестации студентов Томского политехнического университета», утвержденными приказом ректора № 77/од от 29.11.2011 г.

В соответствии с «Календарным планом изучения дисциплины»:

– **текущая аттестация** (оценка качества усвоения теоретического материала (ответы на вопросы и др.) и результаты практической деятельности (решение задач, выполнение заданий и др.) производится в течение семестра (оценивается в баллах (максимально 60 баллов), к моменту завершения семестра студент должен набрать не менее 33 баллов);

– **промежуточная аттестация** (экзамен) производится в конце семестра (оценивается в баллах (максимально 40 баллов), на экзамене студент должен набрать не менее 22 баллов).

Итоговый рейтинг по дисциплине определяется суммированием баллов, полученных в ходе текущей и промежуточной аттестаций. Максимальный итоговый рейтинг соответствует 100 баллам.

Преподаватель устанавливает определенные сроки для сдачи индивидуального задания (в течение недели, месяца и т.п.). Работы, сданные позже установленного преподавателем срока, оцениваются в два раза ниже, чем это установлено рейтингом-планом дисциплины.

Организация конференц-недели. На первой конференц-неделе студенты сдают коллоквиумы и индивидуальные задания, выполнение которых предусмотрено до первой конференц-недели. На второй конференц-неделе в конце семестра студенты должны полностью сдать все задания за семестр и получить допуск к экзамену.

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная литература

1. Карякин Н.В. Основы химической термодинамики: учебное пособие для вузов / Н. В. Карякин. – Нижний Новгород; М.: Изд-во Нижегородского государственного ун-та: Академия, 2003. – 462 с.
2. Бажин Н.М. Термодинамика для химиков: учебник для вузов / Н. М. Бажин, В. А. Иванченко, В. Н. Пармон. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Химия, 2004. – 416 с.
3. Леванов А.В., Антипенко Э.Е. Определение термодинамических свойств статистическими методами. Реальные газы. Жидкости. Твердые тела: М.: МГУ, 2006. – 39 с.
4. Кириллин В. А. Техническая термодинамика – 5-е изд.: учебник для вузов / В. А. Кириллин, В. В. Сычев, А. Е. Шейндлин – М.: Издательский дом МЭИ, 2008. – 496 с.
5. Стромберг А.Г. Сборник задач по химической термодинамике: учебное пособие / А. Г. Стромберг, Х. А. Лельчук, А. И. Картушинская. – 3-е изд., стереот. – М.: ИД «Альянс», 2009.– 192 с.
6. Крайденко Р.И. Тепловые процессы в химической технологии: учебное пособие / Р.И. Крайденко; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – 96 с.

Дополнительная литература

1. Стромберг А.Г. Физическая химия: учебник / А. Г. Стромберг, Д. П. Семченко. – 3-е изд., испр и доп. – М.: Высшая школа, 1999. – 527 с.
2. Еремин Е.Н. Основы химической термодинамики: учебное пособие / Е. Н. Еремин. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Высшая школа, 1978. – 391 с.
3. Киреев В. А. Методы практических расчетов в термодинамике химических реакций / В. А. Киреев. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Химия, 1975. – 535 с.

Программное обеспечение в Internet-ресурсы:

Для усвоения учебного материала используются следующие образовательные ресурсы:

1. Образовательные ресурсы Интернета по химии:
<http://www.xumuk.ru>
2. База данных термодинамических констант веществ:
<http://techemy.com>
3. Образовательные ресурсы Интернета по химии:
<http://www.alhimik.ru>

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование (компьютерные классы, учебные лаборатории, оборудование)	Аудитория, количество установок
1	Лекционная аудитория, оснащенная мультимедийным оборудованием	10 корпус, 332 ауд.
2	Компьютерный класс используется для работы с базами данных.	10 корпус, 340 ауд.

Программа составлена на основе стандарта ООП ТПУ в соответствии с требованиями ФГОС по специальности 240501 «Химическая технология материалов современной энергетики».

Программа одобрена на заседании кафедры ХТРЭ ФТИ
(протокол № ____ от «__» _____ 2015 г.)

Автор: ассистент кафедры ХТРЭ _____ Петлин И.В.

Рецензенты: