

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина»

Уральский энергетический институт  
Кафедра теплоэнергетики и теплотехники

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по науке

В.В. Кружаев

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2015 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ**

<b>Перечень сведений о программе</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Образовательная программа</b> Промышленная теплоэнергетика	<b>Код ОП</b> 13.06.01
<b>Направление подготовки</b> Электро-и теплотехника	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 13.06.01
<b>Уровень подготовки</b> Подготовка кадров высшей квалификации	
<b>ФГОС ВО</b>	<b>Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО:</b> от 30 июля 2014 г. №878 с изменениями и дополнениями от 30. апреля 2015 г.

**СОГЛАСОВАНО**  
УПРАВЛЕНИЕ ОДГСЮВКМ  
КАДРОВ ВЫСШЕЙ  
КВАЛИФИКАЦИИ

Екатеринбург, 2018

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	В.А. Мунц	Д.т.н., проф.	Зав. кафедрой, профессор	Теплоэнергетика и теплотехника	
2	Е.В. Черепанова	К.т.н., доцент	доцент	Теплоэнергетика и теплотехника	

**Рекомендовано учебно-методическим советом Уральского энергетического института**  
Председатель учебно-методического  
Совета

*Е.В Черепанова*

**Согласовано:**

Заместитель директора института по науке

*С.Е. Кокин*

Начальник ОПНПК

*Е.А. Бутрина*

## 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с Федеральными государственными образовательными стандартами высшего образования

Код направления и уровня подготовки	Название направления	Реквизиты приказа Министерства образования и науки Российской Федерации об утверждении и вводе в действие ФГОС ВО	
		Дата	Номер приказа
13.06.01	Электро- и теплотехника	30.07.2014	878

### 1.1. Аннотация содержания дисциплины

В ходе изучения дисциплины рассматриваются основные сведения из химической термодинамики, необходимые специалистам в области теплотехники и теплоэнергетики. Рассматриваются общие условия равновесия термодинамических систем, в частности, при протекании в них химических реакций. Дается методика расчета равновесного состава продуктов сгорания. Описывается термодинамика фазовых переходов в однокомпонентных и двухкомпонентных системах. Рассматривается термодинамика поверхностных явлений: поверхностное натяжение, капиллярный эффект, адсорбция газов и паров.

### 1.2. Планируемые результаты освоения дисциплины

Результатом освоения дисциплины является формирование у аспиранта следующих компетенций:

- способность и готовность применять современные методы исследования, проводить технические испытания и научные эксперименты, оценивать результаты выполненной работы (ПК-1);
- готовность использовать новейшие достижения современной науки и передовой технологии в научных исследованиях (ПК-3);
- готовность использовать в практической деятельности теоретические основы рабочих процессов в энергетических машинах, аппаратах и установках, методы расчетного анализа объектов профессиональной деятельности (ПК-5);
- готовность на основе системного подхода строить и использовать модели для описания и прогнозирования различных явлений, осуществлять их качественный и количественный анализ (ПК-6).

В результате освоения дисциплины аспирант должен:

Знать:

основные законы и закономерности химической термодинамики.

Уметь:

Рассчитывать равновесный состав продуктов сгорания.

Демонстрировать навыки и опыт деятельности:

владеть простейшими расчетными методами решения физико-химических задач, навыками поиска физико-химических данных в открытых источниках (в том числе, в информационных базах данных) и применения их при решении практических задач.

### 1.3. Объем дисциплины

Виды учебной работы, формы контроля	Всего часов	Учебные семестры, номер
		5
<b>Аудиторные занятия</b>	<b>4</b>	<b>4</b>
Лекции	4	4
Практические занятия	-	-
Лабораторные работы	-	-
<b>Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации</b>	<b>104</b>	<b>104</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>	-	зачет
<b>Общий объем по учебному плану, час.</b>		108
<b>Общий объем по учебному плану, з.е.</b>		3

### 2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код разделов и тем	Раздел, тема дисциплины	Содержание
1	Тема 1. Основные понятия и соотношения химической термодинамики	Индивидуальные вещества и их смеси (растворы). Парциальные величины. Уравнение Гиббса-Дюгема. Химический потенциал. Химический (изобарно-изотермический) потенциал реального вещества. Активность.
2	Тема 2. Равновесие термодинамических систем	Общие условия термодинамического равновесия физико-химических систем. Анализ общих условий равновесия и устойчивости. Принцип Ле-Шателье-Брауна. Правило фаз Гиббса.
3	Тема 3. Равновесие в химически реагирующих системах	Константа равновесия химических реакций между идеальными газами. Равновесие в химически реагирующей системе реальных тел. Особенности расчета равновесия реакций с участием твердых и жидких компонентов. Тепловые эффекты. Зависимость константы равновесия от температуры. Влияние давления и температуры на состав равновесной смеси. Степень диссоциации газа. Диссоциация солей и окислов. Связь между константами равновесия в сложной смеси.
4	Тема 4. Расчет равновесного состава продуктов сгорания	Общая методика расчета. $\ln K$ -диаграмма продуктов сгорания. Расчет равновесного состава продуктов неполного сгорания углеводородных топлив.
5	Тема 5. Методы расчета констант равновесия и свободной энергии Гиббса	Способы нахождения констант равновесия. Расчет констант равновесия через свободную энергию Гиббса.
6	Тема 6. Термодинамика фазовых переходов	Равновесие однокомпонентных гетерогенных систем. Взаимная растворимость компонентов, взятых в одинаковых агрегатных состояниях. Равновесие в бинарных системах. Разделение компонентов раствора.
7	Тема 7. Термодинамика поверхностных явлений	Поверхностное натяжение. И поверхностное давление. Давление насыщенного пара над искривленной поверхностью. Смачиваемость, капиллярный эффект. Адсорбция.

### · УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 3.1.Рекомендуемая литература

#### 3.1.1.Основная литература

1. *Баскаков А.П.* Физико-химические основы тепловых процессов / *А.П. Баскаков, Ю.В. Волкова.* М.: «Теплотехник», 2013. 173 с.
2. *Пригожин И.* Современная термодинамика. От тепловых двигателей до диссипативных структур. / *И. Пригожин, Д. Кондепуди.* М.: Мир, 2012.

#### 3.1.2. Дополнительная литература

1. *Жуковицкий А.А.* Физическая химия / *А.А. Жуковицкий, Л.А. Шварцман.* М.: Металлургия, 2001.
2. *Базаров И.П.* Термодинамика: учебник / *И.П. Базаров.* М.: Высшая школа, 1991.
3. *Пригожин И.* Химическая термодинамика / *И. Пригожин, Р. Дефэй.* Новосибирск: Наука, 1966.
4. *Карпетьянц М.Х.* Химическая термодинамика / *М.Х. Карпетьянц.* М.: Химия, 1975.
5. Гленсдорф П. Термодинамическая теория структуры, устойчивости и флуктуаций / *П. Гленсдорф, И. Пригожин.* М.: Мир, 1973.
6. Термодинамические и теплофизические свойства продуктов сгорания. Справочник в 5-ти томах под ред. *В.П. Глушко.* М.: АН СССР, ВИНТИ, 1976.
7. Термодинамические константы веществ. Справочник. М.: АН СССР, 1978.

### 3.2. Программное обеспечение

1. Операционная система Windows 7.
2. Microsoft Office 2007.
3. MatLab.

### 3.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1.

1. Зональная научная библиотека УрФУ <http://lib.urfu.ru/>
2. Российская Государственная библиотека <http://www.rsl.ru/>
3. Российская национальная библиотека <http://www.nlr.ru/>
4. Государственная публичная научно-техническая библиотека России <http://www.gpntb.ru/>
5. Публичная интернет-библиотека <http://www.public.ru/>
6. Студенческая библиотека <http://www.lib.students.ru/>
7. Научная библиотека Санкт-Петербургского Государственного Университета <http://www.lib.pu.ru/>
8. Научная электронная библиотека <http://www.eLIBRARY.ru/>

### 3.4.Электронные образовательные ресурсы

Не используются.

## . МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Материально-техническое обеспечение должно способствовать изучению дисциплины, наглядно и в доступной форме иллюстрировать лекционный и практический материал.

1. Специализированная аудитория Т-1002 с видеопроекционным комплексом на базе мультимедийного проектора и стационарного компьютера.
2. Специализированная аудитория Т-1104 с видеопроекционным комплексом на базе мультимедийного проектора и переносного компьютера.

В помещении электроцеха ЭПК УрФУ имеется компьютерный класс с компьютером для преподавателя и 16 компьютерами для студентов, которым пользуется кафедра «Теплоэнергетика и теплотехника».

## **5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

### **Перечень примерных вопросов для зачета**

1. Что называется химическим потенциалом? (ПК-1, ПК-3, ПК-5, ПК-6)
2. Что понимается под летучестью реального газа? (ПК-1, ПК-3, ПК-5, ПК-6)
3. Чему равна активность компонента в растворе? (ПК-1, ПК-3, ПК-5, ПК-6)
4. Как определить константу равновесия реакции? (ПК-1, ПК-3, ПК-5, ПК-6)
5. Перечислите основные особенности расчета равновесия реакций с участием твердых и жидких компонентов. (ПК-1, ПК-3, ПК-5, ПК-6)
6. Почему поверхностное натяжение сильно зависит от «чистоты поверхности»? (ПК-1, ПК-3, ПК-5, ПК-6)
7. Как изменяется энергия Гиббса с увеличением радиуса капли при ее образовании в паре (при  $p, T = const$ )? (ПК-1, ПК-3, ПК-5, ПК-6)
8. Чему приблизительно равен тепловой эффект реакции горения водорода? (ПК-1, ПК-3, ПК-5, ПК-6)
9. Чему равен тепловой эффект образования идеального раствора из компонентов, находящихся в том же, что и раствор, агрегатном состоянии? (ПК-1, ПК-3, ПК-5, ПК-6)
10. За счет чего происходит разделение компонентов раствора при ректификации? (ПК-1, ПК-3, ПК-5, ПК-6)