

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
 федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
**«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
 ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ДИЗАЙНА»**

УТВЕРЖДАЮ  
 Первый проректор,  
 проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ А.Е. Рудин

«30» июня 2020 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.03.01	Энергохимические процессы защиты окружающей среды
<i>(Индекс дисциплины)</i>	<i>(Наименование дисциплины)</i>
Кафедра: <b>18</b>	Инженерной химии и промышленной экологии
<i>Код</i>	<i>Наименование кафедры</i>
Направление подготовки:	20.04.01 Техносферная безопасность
Профиль подготовки:	Инженерная защита окружающей среды
Уровень образования:	магистратура

### План учебного процесса

Составляющие учебного процесса		Очное обучение	Очно-заочное обучение	Заочное обучение
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся (часы)	Всего	<b>144</b>	<b>144</b>	
	Аудиторные занятия	<b>68</b>	<b>51</b>	
	Лекции	17	17	
	Лабораторные занятия			
	Практические занятия	51	34	
	Самостоятельная работа	49	66	
	Промежуточная аттестация	<b>27</b>	<b>27</b>	
Формы контроля по семестрам (номер семестра)	Экзамен	2	3	
	Зачет			
	Контрольная работа			
	Курсовой проект (работа)			
<b>Общая трудоемкость дисциплины (зачетные единицы)</b>		<b>4</b>	<b>4</b>	

Форма обучения:	Распределение зачетных единиц трудоемкости по семестрам											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Очная		<b>4</b>										
Очно-заочная			<b>4</b>									
Заочная												

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 20.04.01 «Техносферная безопасность»

На основании учебных планов № 2/1/216, 2/2/217

# 1. ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

## 1.1. Место преподаваемой дисциплины в структуре образовательной программы

Блок 1: Базовая  Обязательная  Дополнительно является факультативом   
 Вариативная  По выбору

## 1.2. Цель дисциплины

Сформировать компетенции обучающегося в области обращения с твердыми отходами, сбросами и выбросами; технологических решений, сберегающих энергию и сырье; модернизации действующих производств, энергохимического обоснования и выбора экологически чистых и малоотходных участков и подразделений защиты окружающей среды в промышленности.

## 1.3. Задачи дисциплины

- Рассмотреть основные положения химической термодинамики;
- Сформировать представления о теории и практике горения газообразных, жидких и твердых компонентов в технологии переработки отходов;
- Раскрыть принципы энерго- и ресурсосбережения в зависимости от технологии утилизации газообразных, жидких и твердых отходов;
- Продемонстрировать возможности плазменной технологии, термokatалитической восстановительной и окислительной деструкции поллютантов;
- Разобрать особенности технологических подходов к защите окружающей среды в промышленности.

## 1.4. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
ПК-8	способность ориентироваться в полном спектре научных проблем профессиональной области	<b>первый</b>
<b>Планируемые результаты обучения</b> Знать: 1) Средства технологического оснащения, сырье, материалы, топливо, энергия, используемые в сфере обращения с отходами Уметь: 1) <i>Обеспечивать проведение проверок технологических процессов</i> Владеть: 1) Навыками проведения проверок организации и документирования технологических процессов		
ПК-11	способность идентифицировать процессы и разрабатывать их рабочие модели, интерпретировать математические модели в нематематическое содержание, определять допущения и границы применимости модели, математически описывать экспериментальные данные и определять их физическую сущность, делать качественные выводы из количественных данных, осуществлять машинное моделирование изучаемых процессов	<b>первый</b>
<b>Планируемые результаты обучения</b> Знать: 1) Технологические процессы и режимы обращения с отходами Уметь: 1) Проводить оценку технологической и экономической эффективности альтернативных наилучших доступных технологий, прогрессивных методов и форм организации труда Владеть: 1) Навыками анализа альтернативных наилучших доступных технологий, прогрессивных методов и форм организации труда		

### 1.5. Дисциплины (практики) образовательной программы, в которых было начато формирование компетенций, указанных в п.1.4:

- Информационные технологии в сфере безопасности (ПК-8);
- Экологическая химия (ПК-8);
- Современные проблемы науки в области защиты окружающей среды ПК-8);
- Управление рисками, системный анализ и моделирование (ПК-11).

## 2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
<b>Учебный модуль 1. Химическая термодинамика</b>			
<b>Тема 1.</b> Первый закон термодинамики. Теплота химических реакций. Закон Гесса. Методы определения теплоты образования соединений и тепловых эффектов реакции. Зависимость теплового эффекта от температуры и давления.	14	14	
<b>Тема 2.</b> Второй закон термодинамики. Энтропия. Способы расчета энтропии неорганических и органических веществ, газов. Термодинамические потенциалы (характеристические функции). Химическое равновесие.	13	13	
<b>Текущий контроль 1 (Тестирование)</b>	4	4	
<b>Учебный модуль 2. Теория и практика горения</b>			
<b>Тема 3.</b> Теория теплообмена: теплопроводность, конвекция, излучение, теплопередача, интенсификация теплообмена. Топливо и основы горения.	13	13	
<b>Тема 4.</b> Классификация горючих отходов промышленности: газообразные, жидкие и твердые. Важнейшие термохимические процессы и технологии утилизации отходов.	13	13	
<b>Тема 5.</b> Тепловой и материальный баланс термических методов переработки отходов. Расчет температуры сжигания. Влияние состава на процессы термического обезвреживания отходов.	13	13	
<b>Текущий контроль 2 (Коллоквиум)</b>	4	4	
<b>Учебный модуль 3. Термокatalитическое восстановление, окисление и деструкция</b>			
<b>Тема 6.</b> Обезвреживание газообразных отходов (прямое сжигание, деструкция вредных примесей в газах при повышенных и высоких температурах, термокatalитическое окисление и восстановление).	13	13	
<b>Тема 7.</b> Обезвреживание жидких отходов (сжигание, термокatalитического окисление, парофазное и жидкофазное окисление, обезвреживание в плазме)	13	13	
<b>Тема 8.</b> Обезвреживание твердых промышленных отходов (сжигание, окислительный пиролиз, низкотемпературный, среднетемпературный и высокотемпературный сухой пиролиз)	13	13	
<b>Текущий контроль 3(Коллоквиум)</b>	4	4	
<b>Промежуточная аттестация по дисциплине (Экзамен)</b>	<b>27</b>	<b>27</b>	
<b>ВСЕГО:</b>	<b>144</b>	<b>144</b>	

## 3. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

### 3.1. Лекции

Номера изучаемых тем	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1	2	3	3	3		
2	2	2	3	2		
3	2	2	3	2		
4	2	2	3	2		
5	2	2	3	2		
6	2	2	3	2		
7	2	2	3	2		
8	2	2	3	2		

Номера изучаемых тем	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
<b>ВСЕГО:</b>		<b>17</b>		<b>17</b>		

### 3.2. Практические и семинарские занятия

Номера изучаемых тем	Наименование и форма занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1	Основные законы термодинамики. Закон Гесса. Формула Кирхгоффа (семинар). Расчет тепловых эффектов реакций (практические занятия).	2	5	3	3		
2	Второй закон термодинамики. Самопроизвольные процессы и энтропия. Примеры расчетов энтропии (практические занятия).	2	5	3	3		
2	Уравнение Гиббса-Гельмгольца. Зависимость изобарно-изотермического потенциала реакции от температуры. Химическое равновесие. Расчет констант равновесия (практические занятия).	2	5	3	3		
1,2	Термический метод восстановления отработанных регенерационных растворов при умягчении воды.	2	3	3	3		
1,2	Определение теплоты растворения хорошо растворимых солей	2	2	3	2		
1,2	Определение теплоты нейтрализации сильной кислоты сильным основанием	2	2	3	2		
3,4,5	Технические расчеты горения. Материальный баланс горения и расчет температуры сжигания отходов (практические занятия).	2	5	3	2		
3,4,5	Зависимость температуры вспышки горючей жидкости от концентрации ее водных растворов	2	2	3	2		
3,4,5	Зависимость температуры самовоспламенения от концентрации паров горючей жидкости в паровоздушной смеси	2	2	3	2		
3,4,5	Исследование состава продуктов горения веществ	2	2	3	2		
6,7,8	Классификация ТПО и способы сжигания.	2	5	3	2		

Номера изучаемых тем	Наименование и форма занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
	Классификация ЖО и способы обезвреживания. Классификация ПГО и их очистка от токсичных веществ (семинар).						
6,7,8	Санитарно-гигиеническая оценка термического обезвреживания промышленных отходов (семинар).	2	4	3	2		
6,7,8	Изучение скорости деструкции водных растворов фенола озон-воздушной смесью	2	2	3	2		
6,7,8	Адсорбционно-каталитический метод окисления водных растворов ПАВ.	2	2	3	2		
7	Расчет установки обезвреживания ПСВ методом жидкофазного окисления (практические занятия).	2	5	3	2		
<b>ВСЕГО:</b>			<b>51</b>		<b>34</b>		

### 3.3. Лабораторные занятия

Не предусмотрены

## 4. КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

не предусмотрено

## 5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Номера учебных модулей, по которым проводится контроль	Форма контроля знаний	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во
1	<i>Тестирование</i>	2	1	3	1		
2	<i>Коллоквиум</i>	2	1	3	1		
3	<i>Коллоквиум</i>	2	1	3	1		

## 6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Виды самостоятельной работы обучающегося	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
Усвоение теоретического материала	2	29	3	42		
Подготовка к практическим (семинарским) и лабораторным занятиям	2	20	3	24		
Подготовка к экзаменам	2	27	3	27		
<b>ВСЕГО:</b>		<b>76</b>		<b>93</b>		

## 7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

### 7.1. Характеристика видов и используемых инновационных форм учебных занятий

Наименование видов учебных занятий	Используемые инновационные формы	Объем занятий в инновационных формах (часы)		
		очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Лекции	Лекция с презентацией; лекция-диалог; проблемная лекция	8	8	
Практические и семинарские занятия	Рассмотрение примеров решения прикладных задач, дискуссия, тестирование, коллоквиум, презентация домашнего задания	12	8	
Лабораторные занятия	Проведение учебного эксперимента на лабораторном стенде	8	8	
<b>ВСЕГО:</b>		28	24	

### 7.2. Балльно-рейтинговая система оценивания успеваемости и достижений обучающихся

#### Перечень и параметры оценивания видов деятельности обучающегося

№ п/п	Вид деятельности обучающегося	Весовой коэффициент значимости, %	Критерии (условия) начисления баллов
1	Аудиторная активность: посещение лекций, лабораторных и практических занятий, прохождение текущего контроля	60	<ul style="list-style-type: none"> <li>1 балл за посещение каждого аудиторного занятия (всего 34 в семестре), максимум <b>34 баллов</b>;</li> <li>3 балла за каждое своевременно выполненное задание практического занятия (всего 5 заданий в семестре), максимум <b>15 балла</b>;</li> <li>3 балла за каждую выполненную и успешно защищенную лабораторную работу (всего 8 работ в семестре), максимум <b>24 балла</b>;</li> <li>8 баллов за успешно пройденный коллоквиум (всего 2 в семестре), максимум <b>16 баллов</b>;</li> <li>11 баллов за прохождение тестирования (всего 1 тестирование в семестре), максимум <b>11 баллов</b>.</li> </ul> <b>Максимум за аудиторную активность: 100 баллов</b>
2	Сдача экзамена	40	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ответ на теоретический вопрос 25 баллов (полнота, владение терминологией, затраченное время, всего 2 вопроса) – максимум <b>50 баллов</b>;</li> <li>Решение практического задания – до 50 баллов за задание, максимум <b>50 баллов</b>.</li> </ul> <b>Максимум за сдачу экзамена: 100 баллов</b>
<b>Итого (%):</b>		<b>100</b>	

#### Перевод балльной шкалы в традиционную систему оценивания

Баллы	Оценка по нормативной шкале	
86 - 100	5(отлично)	Зачтено
75 – 85	4(хорошо)	
61 – 74	3 (удовлетворительно)	
51 - 60		

Баллы	Оценка по нормативной шкале	
40 – 50		
17 – 39		
1 – 16	2 (неудовлетворительно)	Не зачтено
0		

## 8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 8.1. Учебная литература

#### а) основная учебная литература

1. Лопанов А.Н. Физико-химические основы теории горения и взрыва [Электронный ресурс]: учебное пособие/ А.Н. Лопанов— Электрон. текстовые данные.— Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2012.— 149 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/28369.html>.— ЭБС «IPRbooks»
2. Юльметова Р.Ф. Химическая термодинамика [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие/ Р.Ф. Юльметова— Электрон. текстовые данные.— СПб.: Университет ИТМО, Институт холода и биотехнологий, 2015.— 40 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/65364.html>.— ЭБС «IPRbooks»
3. Потехин В.М. Основы теории химических процессов технологии органических веществ и нефтепереработки [Электронный ресурс]: учебник для вузов/ Потехин В.М., Потехин В.В.— Электрон. текстовые данные.— СПб.: ХИМИЗДАТ, 2014.— 944 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/22534>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю
4. Власов, П. П. Энергохимические процессы защиты окружающей среды: учебное пособие / П. П. Власов – СПб.: ФГБОУ ВПО «СПГУТД», 2012. – с.105, ISBN 978-5-7937-0708-4. <http://publish.sutd.ru>

#### б) дополнительная учебная литература

5. Мархоцкий Я.Л. Основы экологии и энергосбережения [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Мархоцкий Я.Л.— Электрон. текстовые данные.— Минск: Вышэйшая школа, 2014.— 288 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/35522>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю
6. Климова Г.Н. Энергосбережение на промышленных предприятиях [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Климова Г.Н.— Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский политехнический университет, 2014.— 180 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/34743>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю
7. Братчикова И.Г. Физико-химические основы инженерной экологии [Электронный ресурс]: учебное пособие/ И.Г. Братчикова— Электрон. текстовые данные.— М.: Российский университет дружбы народов, 2011.— 124 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/11405.html>.— ЭБС «IPRbooks»
8. Брянский Б.Я. Лекции по химической кинетике [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Б.Я. Брянский— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Вузовское образование, 2017.— 101 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66633.html>.— ЭБС «IPRbooks»
9. Брянский Б.Я. Лекции по химической термодинамике [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Б.Я. Брянский— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Вузовское образование, 2017.— 118 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66634.html>.— ЭБС «IPRbooks»

### 8.2. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Эффективная аудиторная и самостоятельная работа обучающихся [Электронный ресурс]: методические указания / сост. С. В. Спицкий. — СПб.: СПбГУПТД, 2015. – Режим доступа: [http://publish.sutd.ru/tp\\_get\\_file.php?id=2015811](http://publish.sutd.ru/tp_get_file.php?id=2015811), по паролю.
2. Организация самостоятельной работы обучающихся [Электронный ресурс]: методические указания / сост. И. Б. Караулова, Г. И. Мелешкова, Г. А. Новоселов. – СПб.: СПГУТД, 2014. – 26 с. – Режим доступ [http://publish.sutd.ru/tp\\_get\\_file.php?id=2014550](http://publish.sutd.ru/tp_get_file.php?id=2014550), по паролю.



### 8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины

1. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» [Электронный ресурс]. URL:<http://window.edu.ru/>.
2. Электронно-библиотечная система IPRbooks: <http://www.iprbookshop.ru>
3. Электронная библиотека учебных изданий СПбГУПТД: <http://publish.sutd.ru>

### 8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

1. Microsoft Windows 10 Home Russian Open No Level Academic Legalization Get Genuine (GGK) + Microsoft Windows 10 Pro Russian Upgrade Open No Level Academic;
2. Office Professional Plus 2007 Russian Academic No Level;
3. Mathcad Education – University Edition.
4. Единый портал интернет тестирования в сфере образования [Электронный ресурс]. URL:<http://www.i-exam.ru/>.
6. Электронно-библиотечная система IPRbooks. URL:<http://iprbookshop.ru/>.
7. Электронная библиотека учебных изданий СПбГУПТД. URL:<http://publish.sutd.ru/>.

### 8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Лаборатория инструментальных методов анализа, которая оснащена приборами:

- Спектрофотометры СФ-2000,
- ИК Фурье ФСМ-1201;
- Спектроскан МАКС-GV;
- Жидкостный хроматограф ЦВЕТ-4000;
- Анализатор углерода ТОПАЗ С (все приборы с компьютерным управлением);
- Лабораторные стенды.
- Видеопроектор с экраном,
- Компьютер,
- Ноутбук.

### 8.6. Иные сведения и (или) материалы

...Презентации по темам лекций

## 9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся	Организация деятельности обучающегося
Лекции	Лекции обеспечивают теоретическое изучение дисциплины. На лекциях излагается основное содержание курса, иллюстрируемое конкретными примерами, широко используется зарубежный и отечественный опыт по соответствующей тематике. Освоение лекционного материала обучающимся предполагает следующие виды работ: <ul style="list-style-type: none"><li>• проработка рабочей программы в соответствии с целями и задачами, структурой и содержанием дисциплины;</li><li>• конспект лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы и формулировки; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины.</li></ul> Проверка терминов, понятий: осуществлять с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь.
Практические занятия	На практических занятиях разъясняются теоретические положения курса, овладевают навыками сбора, анализа и обработки информации для принятия самостоятельных решений, навыками подготовки информационных обзоров по соответствующей тематике. Подготовка к практическим занятиям предполагает следующие виды работ: <ul style="list-style-type: none"><li>• работа с конспектом лекций;</li><li>• подготовка ответов к контрольным вопросам коллоквиума;</li></ul>

Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся	Организация деятельности обучающегося
	<ul style="list-style-type: none"> <li>просмотр рекомендуемой литературы, работа с текстом (указать текст из источника и др.);</li> <li>решение расчетных заданий.</li> </ul>
Лабораторные занятия	Лабораторные занятия способствуют развитию практических навыков владения изучаемыми методами, оборудованием, технологиями и др., проведению учебного эксперимента на лабораторной установке (под руководством преподавателя) и др. Следует предварительно изучить методические указания по выполнению лабораторных работ
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа предполагает расширение и закрепление знаний, умений и навыков, усвоенных на аудиторных занятиях путем самостоятельной проработки учебно-методических материалов по дисциплине и других источников информации, а также подготовки к коллоквиумам и экзамену. <b>При подготовке к экзамену</b> необходимо ознакомиться с демонстрационным вариантом практико-ориентированного и кейс-задания, перечнем вопросов, проработать конспекты лекций, рекомендуемую литературу, получить консультацию у преподавателя.

## 10. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 10.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

#### 10.1.1. Показатели оценивания компетенций на этапах их формирования

Код компетенции / этап освоения	Показатели оценивания компетенций	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
ПК-8/первый	<p>Описывает свойства сырья и вспомогательных материалов для реализации технологического процесса.</p> <p>Обосновывает выбор контролируемых параметров химико-технологических процессов, периодичность проведения проверок.</p> <p>Решает типовые задачи по управлению безопасностью подсистем промышленных объектов</p>	<p>Вопросы для устного собеседования</p> <p>Практическое задание</p>	<p>Перечень вопросов к экзамену (30 вопросов)</p> <p>Перечень заданий (4 задания)</p>
ПК-11/первый	<p>Раскрывает смысл законов термодинамики, характеризует типовые технологические термохимические процессы в переработке техногенных отходов.</p> <p>На основании термодинамического анализа оценивает возможность применения термохимических методов переработки техногенных отходов</p> <p>Принимает обоснованное решение по использованию выбранных термохимических методов переработки техногенных отходов</p>	<p>Вопросы для устного собеседования</p> <p>Практическое задание</p>	<p>Перечень вопросов к экзамену (30 вопросов)</p> <p>Перечень заданий (4 задания)</p>

## 10.1.2. Описание шкал и критериев оценивания сформированности компетенций

### Критерии оценивания сформированности компетенций

Баллы	Оценка по традиционной шкале	Критерии оценивания сформированности компетенций
		Устное собеседование
86 - 100	5(отлично)	Полный, исчерпывающий ответ, явно демонстрирующий глубокое понимание предмета и широкую эрудицию в оцениваемой области. Критический, оригинальный подход к материалу. <b>Учитываются баллы, накопленные в течение семестра.</b>
75 – 85	4(хорошо)	Ответ полный, основанный на проработке всех обязательных источников информации. Подход к материалу ответственный, но стандартный. <b>Учитываются баллы, накопленные в течение семестра.</b>
61 – 74		Ответ стандартный, в целом качественный, основан на всех обязательных источниках информации. Присутствуют небольшие пробелы в знаниях или несущественные ошибки. <b>Учитываются баллы, накопленные в течение семестра.</b>
51 - 60	3 (удовлетворительно)	Ответ воспроизводит в основном только лекционные материалы, без самостоятельной работы с рекомендованной литературой. Демонстрирует понимание предмета в целом, без углубления в детали. Присутствуют существенные ошибки или пробелы в знаниях по некоторым темам. <b>Учитываются баллы, накопленные в течение семестра.</b>
40 – 50		Ответ неполный, основанный только на лекционных материалах. При понимании сущности предмета в целом – существенные ошибки или пробелы в знаниях сразу по нескольким темам, незнание (путаница) важных терминов. <b>Учитываются баллы, накопленные в течение семестра.</b>
17 – 39	2 (неудовлетворительно)	Неспособность ответить на вопрос без помощи экзаменатора. Незнание значительной части принципиально важных элементов дисциплины. Многочисленные грубые ошибки. <b>Не учитываются баллы, накопленные в течение семестра.</b>
1 – 16		Непонимание заданного вопроса. Неспособность сформулировать хотя бы отдельные концепции дисциплины. Содержание работы полностью не соответствует заданию. <b>Не учитываются баллы, накопленные в течение семестра.</b>
0		Попытка списывания, использования неразрешенных технических устройств или пользования подсказкой другого человека (вне зависимости от успешности такой попытки). <b>Не учитываются баллы, накопленные в течение семестра.</b>

## 10.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

### 10.2.1. Перечень вопросов (тестовых заданий), разработанный в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

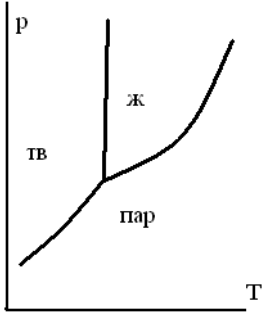
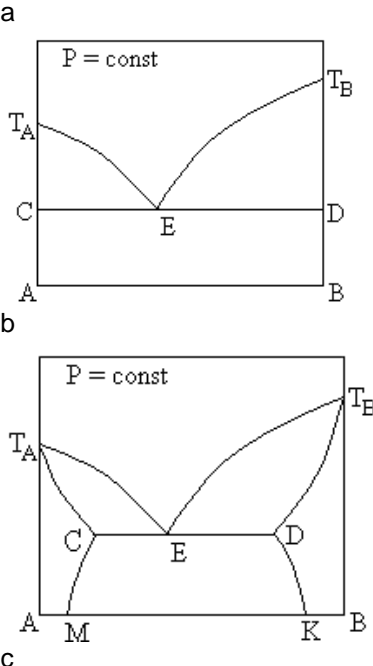
№ п/п	Формулировка вопросов	№ темы
1	Типы термодинамических систем: изолированные, закрытые, диабатически изолированные, замкнутые, открытые.	1
2	Термодинамические процессы: равновесные (квазистатические), неравновесные, обратимые, необратимые, циклические (круговые).	1
3	Внутренняя энергия системы, теплота, работа, их определение, единицы измерения. Первый закон термодинамики, его формулировки.	1
4	Работа расширения идеальных и реальных газов в различных обратимых и необратимых процессах.	1
5	Энтальпия, определение. Теплоемкость, средняя и истинная теплоемкость, их связь. Пределы изменения теплоемкости. Соотношения между $C_p$ и $C_v$	1
6	Эмпирические правила для теплоемкости твердых тел и жидкостей Дюлонга и Пти, формулы для кристаллов Эйнштейна, Нернста-Линдемана и Тарасова.	1

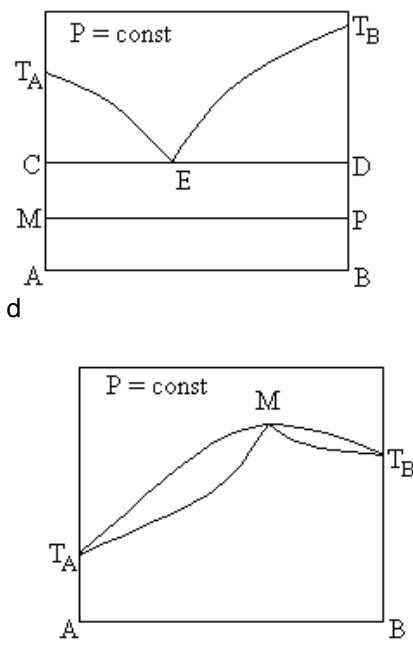
№ п/п	Формулировка вопросов	№ темы
7	Теплоемкость газов. Составляющие теплоемкости газов, их определение. Зависимость теплоемкости от температуры	1
8	Закон Гесса как следствие первого закона термодинамики. Тепловой эффект химической реакции. Стандартные энтальпии химических реакций	1
9	Стандартные теплоты (энтальпии) образования химических соединений. Базисная (стандартная) энтальпия образования элементов. Стандартные теплоты сгорания.	1
10	Второй закон термодинамики. Самопроизвольные и несамопроизвольные процессы, их общая характеристика.	1
11	Направление самопроизвольных процессов и диссипация энергии. Энтропия как мера необратимого рассеяния энергии.	2
12	Вычисление изменения энтропии в различных обратимых и необратимых процессах. Изменение энтропии при изобарно-изотермическом смешении идеальных газов.	2
13	Вычисление изменения энтропии в химических реакциях.	2
14	Третий закон термодинамики, постулат Планка, остаточная энтропия. Абсолютные энтропии веществ.	2
15	Характеристические функции и их свойства (энтальпия - $H$ , энергия Гельмгольца - $A$ , энергия Гиббса - $G$ ).	2
16	Внутренняя энергия, зависимость внутренней энергии от температуры, объема и давления.	2
17	Энтальпия простых и сложных систем. Вычисление изменения энтальпии как функции температуры и давления.	2
18	Энтальпия как характеристическая функция и термодинамический потенциал. Графическая зависимость энтальпии от ее естественных переменных.	2
19	Энергия Гельмгольца и направление самопроизвольного процесса. Связь энергии Гельмгольца с внутренней энергией, с другими термодинамическими функциями и максимальной работой.	2
20	Вычисление изменения энергии Гельмгольца как функции температуры и объема (аналитическое и графическое представление).	2
21	Энергия Гиббса. Энергия Гиббса как термодинамический потенциал и характеристическая функция. Связь энергии Гиббса с максимальной полезной работой. Вычисление энергии Гиббса как функции температуры и давления.	2
22	Уравнение Гиббса-Гельмгольца в дифференциальной и интегральной форме, его роль в химии. Работа и теплота обратимых и необратимых процессов.	2
23	Химический потенциал, его определение через характеристические функции. Химический потенциал и энергия Гиббса индивидуальных веществ.	2
24	Основные направления в развитии теории растворов. Термодинамические условия образования растворов.	2
25	Общее давление насыщенного пара идеального раствора как функция состава раствора и состава насыщенного пара.	2
26	Неидеальные растворы, виды отклонений от закона Рауля, энергия взаимообмена и размерный фактор. Различные виды диаграмм равновесия.	2
27	Химический потенциал компонента в идеальном, предельно разбавленном и реальном растворах. Активность, методы определения активностей и коэффициентов активностей.	2
28	Двухкомпонентные системы с одной фазой переменного состава: с химическими соединениями, плавящимися конгруэнтно и инконгруэнтно. Эвтектические и перитектические точки. Криогидраты. Твердые растворы, условия их образования, правила Гиббса-Розебума.	2
29	Условия химического равновесия. Закон действующих масс, Термодинамическая константа равновесия. Энергия Гиббса химической реакции (уравнение изотермы химической реакции Вант-Гоффа). Стандартная энергия Гиббса химической реакции и ее связь с термодинамической константой равновесия.	2
30	Химическое равновесия в гетерогенных системах и растворах. Принцип смещения равновесия Ле-Шаталье-Брауна, его термодинамическая трактовка.	2
31	Зависимость констант равновесия от температуры. Уравнения изобары и изохоры реакции и их термодинамический вывод. Влияние давление на химическое равновесие.	3
32	Вычисление констант равновесия по стандартной энергии Гиббса и методу Темкина-Шварцмана.	3
33	Расчеты выхода продуктов химических реакций различных типов. Выходы продуктов	3

№ п/п	Формулировка вопросов	№ темы
	при совместном протекании нескольких химических реакций.	
34	Реальные газы. Фугитивность (летучесть), методы ее вычисления. Расчет химических равновесий с реальными газами при высоких давлениях.	3
35	Основные понятия химической кинетики. Особенности определения скорости химической реакции. Факторы, влияющие на скорость химической реакции.	3
36	Экспериментальное определение скорости химической реакции (графический и аналитический методы). Порядок химической реакции.	3
37	Закон действующих масс – основной постулат химической кинетики. Прямая и обратная задачи химической кинетики. Константа скорости химической реакции, ее физический смысл и размерность для реакций различных порядков.	4
38	Методы определения порядка реакции и константы скорости по экспериментальным данным. Понятие об интегральных и дифференциальных методах определения порядка реакции и константы скорости.	4
39	Обратимые реакции первого порядка, нахождение константы скорости прямой и обратной реакций по экспериментальным данным. Параллельные реакции. Последовательные реакции на примере двух необратимых реакций первого порядка.	4
40	Зависимость скорости реакции от температуры. Эмпирическое правило Вант-Гоффа и область его применения. Температурный коэффициент скорости реакции. Уравнение Аррениуса и его термодинамический вывод. Понятие об энергии активации химической реакции. Нахождение энергии активации химической реакции по экспериментальным данным.	4
41	Основы кинетики гетерогенных процессов. Роль диффузии при протекании гетерогенной химической реакции.	5
42	Диффузионная и кинетическая области протекания гетерогенной реакции. Роль адсорбции при протекании поверхностной реакции. Адсорбционный коэффициент.	5
43	Топохимические реакции, их механизм и особенности протекания. Скорость топахимической реакции. Уравнение Ерофеева-Колмогорова.	5
44	Общие понятия о процессе горения. Особенности горения газообразного топлива. Горелочные устройства для сжигания газообразного топлива	5
45	Общие понятия о процессе горения. Особенности горения жидкого топлива. Топочные устройства для сжигания твердого топлива.	6
46	Общие понятия о процессе горения. Особенности горения твердого топлива.	6
47	Тепловой и материальный баланс термических методов переработки отходов. Расчет температуры сжигания.	6
48	Прямое и каталитическое сжигание газообразных отходов в печах.	6
49	Обезвреживание жидких отходов в камерных, шахтных и в печах с псевдоожиженным слоем.	6
50	Обезвреживание жидких отходов в плазме.	7
51	Сжигание твердых отходов в камерных, многоподовых, барабанных и в печах с псевдоожиженным слоем.	7
52	Окислительный и сухой пиролиз твердых отходов	7
53	Динамика горения газовых смесей (цепные реакции горения, изотермическое, адиабатическое и при теплоотводе цепное воспламенение).	7
54	Горение углерода (механизм выгорания углерода, теория «приведенной пленки», не горящий пограничный слой, двойной горящий пограничный слой	7
55	Горение жидкого топлива. Мазутные форсунки.	7
56	Использование плазменных источников энергии. Плазмохимическая ликвидация супертоксикантов. Воздействие на слой отходов ударной плазменной струей	8
57	Интеграция процессов. Сопряженные процессы (процессы с рекуперацией механической и тепловой энергии).	8
58	Интеграция процессов. Массообменные сопряженные процессы (разделение азеотропной смеси, дистилляция-кристаллизация, экстракция – кристаллизация).	8
59	Интеграция процессов. Совмещенные процессы (реакционно-ректификационный процесс, реакционно-сорбционный процесс, реакционно-мембранный процесс и другие).	8
60	Статика горения. Материальный и тепловой баланс процесса горения. Определение коэффициента избытка воздуха по составу продуктов сгорания.	8

**10.2.2. Вариант тестовых заданий, разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций**

№ п/п	Формулировка задания	Ответ
1	<p>1. Формулировка первого закона термодинамики</p> <p>А. Энергия изолированной системы постоянна. В неизолированной системе энергия может изменяться за счет совершения работы над окружающей средой и теплообмена с окружающей средой.</p> <p>Б. Тепловой эффект химической реакции, протекающей при постоянном давлении или постоянном объеме, не зависит от пути реакции, а определяется только состоянием реагентов и продуктов реакции.</p> <p>В. Энтропия изолированной системы в необратимых процессах возрастает и в состоянии термодинамического равновесия достигает максимума.</p> <p>Г. Любая изолированная система с течением времени приходит в равновесное состояние и самопроизвольно не может из него выйти.</p> <p>2. Укажите уравнение Кирхгоффа</p> <p>А. <math>\Delta H_{T1} = \Delta H_{T2} + \int_{T1}^{T2} \Delta C_p dT</math></p> <p>Б. <math>S_{T2} = S_{T1} + \int_{T1}^{T2} \frac{\Delta C_p}{T} dT</math></p> <p>В. <math>\Delta G = \Delta G^0 + RT \left( \ln \frac{P_C^c P_D^d}{P_A^a P_B^b} \right)</math></p> <p>Г. <math>\Delta G^0 = -\frac{\ln K_p}{RT}</math></p> <p>3. Возможным является протекание химической реакции при постоянных температуре и давлении, если</p> <p>А. <math>\Delta G &lt; 0</math>  Б. <math>\Delta G &gt; 0</math>  В. <math>\Delta H &gt; 0</math>  Г. <math>\Delta H &lt; 0</math></p> <p>4. Скорость прямой химической реакции <math>N_2 + 3H_2 = 2NH_3</math> равна...</p> <p>А). <math>[N_2] + [H_2]^3</math>  Б). <math>k_1 * [N_2] * 3[H_2]</math>  В). <math>k_1 * [N_2] * [H_2]^3</math>  Г). <math>k_1/k_2</math></p> <p>5. Энергия Гельмгольца</p> <p>А. <math>S, V</math>  Б. <math>S, p</math>  В. <math>T, V</math>  Г. <math>T, p</math></p> <p>6. Условия, отличающие изолированную химическую термодинамическую систему...</p> <p>а)исключен обмен веществом и энергией с окружающей средой;  б)возможен обмен энергией с окружающей средой, но исключен обмен веществом;  с)возможен обмен веществом с окружающей средой, но исключен обмен энергией;</p>	<p><b>1-А, 2-А, 3-А, 4-В, 5-В, 6-а, 7-а, 8-с, 9-с, 10-б, 11-с</b></p>

№ п/п	Формулировка задания	Ответ
	<p>d)возможен обмен веществом и энергией с окружающей средой;  e)возможен обмен массой, веществом и энергией с окружающей средой;</p> <p>7. Значение константы скорости химической реакции зависит от...</p> <p>a)температуры;  b)концентрации реагентов;  c)вида растворителя;  d)концентрации продуктов;  e)давления.</p>	
	<p>8. Число ступеней свободы для однокомпонентной системы</p> $S_{\text{дфа}} \Leftrightarrow S_{\text{дф}} \Leftrightarrow S_{\text{тф}}$ 	<p>a. 0  b. 1  c. 2  d. 3  e. 4</p>
	<p>9. Находящаяся в состоянии равновесия система <math>2\text{SO}_{2(r)} + \text{O}_{2(r)} = 2\text{SO}_{3(r)}</math>...</p> <p>a)гомогенная;  b)гетерогенная;  c)однофазная;  d)двухфазная;  e)трехфазная.</p> <p>10. Фазовая диаграмма двухкомпонентной системы с двумя эвтектиками и одним соединением, плавящимся конгруэнтно...</p> 	

№ п/п	Формулировка задания	Ответ
	<div style="text-align: center;">  </div> <p>11. Для химической реакции в идеальной газовой фазе необходимо...  <math>C_2H_{4(r)} + H_2O_{(r)} = C_2H_5OH_{(r)}</math>  стандартное изменение энтальпии отрицательно и составляет около -47 кДж</p>	<p>Для увеличения выхода продукта</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a.-увеличить температуру и давление.</li> <li>b.-увеличить температуру, уменьшить давление.</li> <li>c.-уменьшить температуру, увеличить давление.</li> <li>d.-уменьшить температуру и давление.</li> </ul>

**10.2.3. Вариант типовых заданий (задач, кейсов), разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций**

№ п/п	Условия типовых задач (задач, кейсов)	Ответ
1	Сколько воздуха, кг, требуется подать на сжигание 200 м <sup>3</sup> генераторного газа состава: CO – 29 %, H <sub>2</sub> – 14 %, CH <sub>4</sub> – 3 %, CO <sub>2</sub> – 6,5 %, N <sub>2</sub> – 45 %, O <sub>2</sub> – 2,5 %, если коэффициент избытка воздуха равен 2,5?	766,4 кг
2	Определить низшую теплоту сгорания 1 кг древесины состава C – 49 %, H – 8 %, O – 43 %. Какова удельная интенсивность тепловыделения на пожаре, если массовая скорость выгорания составляет 0,01 кг/(м <sup>2</sup> ×с)?	20197 кДж/кг; 202 кВт/м <sup>2</sup> .

**10.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности), характеризующих этапы формирования компетенций**

**10.3.1. Условия допуска обучающегося к сдаче (экзамена, зачета и / или защите курсовой работы) и порядок ликвидации академической задолженности**

Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся (принято на заседании Ученого совета 31.08.2013г., протокол № 1)



### 10.3.2. Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

устная  письменная  компьютерное тестирование  иная\*

*\*В случае указания формы «Иная» требуется дать подробное пояснение*

### 10.3.3. Особенности проведения (экзамена, зачета и / или защиты курсовой работы)

- время на подготовку по билету составляет 30 минут;
- выполнение практического задания составляет 15 минут.