

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 29.09.2023 09:45:58
Уникальный программный ключ:
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт
(технический университет)»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной
и методической работе
_____ Б.В. Пекаревский
«27» марта 2019 г.

Рабочая программа дисциплины
ХИМИЧЕСКИЕ И ФАЗОВЫЕ РАВНОВЕСИЯ
В МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ СИСТЕМАХ

Направление подготовки

04.04.01 Химия

Направленность программы магистратуры
Физическая химия и химия твердого тела

Квалификация

Магистр

Форма обучения

Очная

Факультет **Химии веществ и материалов**

Кафедра **Физико-химического конструирования функциональных материалов**

Санкт-Петербург

2019

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность разработчика	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Доцент		В.И. Попков

Рабочая программа дисциплины «Химические и фазовые равновесия в многокомпонентных системах» обсуждена на совместном заседании кафедр ФХКФМ и ФХ протокол № 6 от «05» февраля 2019 г.

Заведующий кафедрой ФХКФМ		профессор В.В. Гусаров
Заведующий кафедрой ФХ		доцент С.Г. Изотова

Одобрено учебно-методической комиссией факультета химии веществ и материалов протокол №6 от «21» марта 2019 г.

Председатель		доцент С.Г. Изотова
--------------	--	---------------------

СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки 04.04.01 «Химия»		доцент С.Г. Изотова
Директор библиотеки		Т.Н. Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		Т.И. Богданова
Начальник УМУ		С.Н. Денисенко

СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	04
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы	06
3. Объем дисциплины	06
4. Содержание дисциплины	06
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий	06
4.2. Занятия лекционного типа	08
4.3. Занятия семинарского типа	09
4.3.1. Семинары, практические занятия	09
4.3.2. Лабораторные занятия	10
4.4. Самостоятельная работа	11
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	12
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации	12
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	13
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины	13
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	14
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	14
10.1. Информационные технологии	14
10.2. Программное обеспечение	14
10.3. Базы данных и информационные справочные системы	14
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	15
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья	16
Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации	17

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

В результате освоения образовательной программы магистратуры обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
<p>ПК-1 ПК-1. Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках</p>	<p>ПК-1. В.07.1 Оценка сложности термодинамического описания выбранной системы или процесса и выбор подходящей расчетной модели или комплекса экспериментальных методов исследования</p>	<p>Знать: основные физико-химические подходы к определению условий химических и фазовых равновесий; Уметь: планировать проведение расчетных и экспериментальных работ по анализу равновесий в многокомпонентных системах; Владеть: информацией о возможностях и ограничениях современных подходов к термодинамическому описанию реальных систем.</p>
<p>ПК-2 Способен проводить поиск научной информации в выбранной области химии и/или смежных наук</p>	<p>ПК-2. В.07.1 Проведение поиска специализированной литературы в области химической термодинамики материалов</p>	<p>Знать: основные источники термодинамических данных и базы фазовых диаграмм; Уметь: использовать современные информационные ресурсы для поиска и получения информации о химических и фазовых равновесиях; Владеть: навыками работы с современными базами данных термодинамических свойств индивидуальных химических веществ.</p>

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
<p>ПК-3 Способен на основе критического анализа результатов НИР оценивать перспективы их практического применения и продолжения работ в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках</p>	<p>ПК-3.В.07.1 Анализ результатов физико-химического исследования химических и фазовых превращений в выбранной системе и прогнозирование их практического использования</p>	<p>Знать: основные направления практического использования материалов на основе исследуемых многокомпонентных систем;</p> <p>Уметь: использовать полученные расчетные и экспериментальные результаты для физико-химического конструирования новых материалов;</p> <p>Владеть: критическим анализом результатов исследования химических и фазовых равновесий в выбранной системе.</p>

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам вариативной части (Б1.В.О.7) и изучается на 1 и 2 курсах во 2, 3 и 4 семестрах.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Логика и методологические основы научного познания», «Физическая химия поверхностных явлений и наноматериалов», «Кристаллография» и «Рентгенодифракционные методы исследования».

Полученные в процессе изучения дисциплины «Химические и фазовые равновесия в многокомпонентных системах» знания, умения и навыки могут быть использованы в научно-исследовательской работе магистранта и при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, академических часов
	Очная форма обучения
Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц/ академических часов)	7/252
Контактная работа с преподавателем:	132
занятия лекционного типа	48
занятия семинарского типа, в т.ч.	76
семинары, практические занятия	18
лабораторные работы	58
курсовое проектирование (КР или КП)	-
КСР	8
другие виды контактной работы	-
Самостоятельная работа	84
Форма текущего контроля (Кр, реферат, РГР, эссе)	РГР, ИЗ
Форма промежуточной аттестации (КР, КП, зачет, экзамен)	3 семестр – зачет 4 семестр – экзамен/36

4. Содержание дисциплины.

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, акад. часы	Занятия семинарско го типа, академ. часы		Самостоятельная работа, акад. часы	Формируемые компетенции	Формируемые индикаторы
			Семинары и/или практические	Лабораторные работы			
2 семестр							
1	Введение в дисциплину. Постулаты и законы термодинамики	4	4		2	ПК-1	ПК-1. В.07.1
2	Устойчивость фаз. Энергия Гиббса	4	4		2	ПК-1	ПК-1. В.07.1
3	Химический потенциал. Парциальные мольные свойства	4	4		2	ПК-1	ПК-1. В.07.1
4	Твердые растворы. Спинодальный распад	6	6		4	ПК-1	ПК-1. В.07.1
Итого за семестр		18	18		10	ПК-1	ПК-1. В.07.1
3 семестр							
1	Фазовые диаграммы одно-, двух- и трехкомпонентных систем	4		8	12	ПК-2	ПК-2. В.07.1
2	Термодинамические характеристики и функции соединений	4		8	12	ПК-2	ПК-2. В.07.1
3	Термодинамические функции смешения	4		8	12	ПК-2	ПК-2. В.07.1
4	Прямая и обратная задача термодинамики фазовых равновесий	6		12	16	ПК-2	ПК-2. В.07.1
Итого за семестр		18		36	52	ПК-2	ПК-2. В.07.1
4 семестр							
1	Определение фазового состояния и фазовых переходов в оксидных системах методом высокотемпературной рентгеновской дифрактометрии	6		12	12	ПК-3	ПК-3. В.07.1
2	Определение фазового состояния и фазовых переходов в оксидных системах методом синхронного термического анализа	6		10	10	ПК-3	ПК-3. В.07.1
Итого за семестр		12		22	22		ПК-3. В.07.1

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, акад. часы	Занятия семинарско го типа, академ. часы		Самостоятельная работа, акад. часы	Формируемые компетенции	Формируемые индикаторы
			Семинары и/или практические	Лабораторные работы			
ИТОГО		44		56	84	ПК-1 ПК-2 ПК-3	ПК-1. В.07.1 ПК-2. В.07.1 ПК-3. В.07.1

4.2. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационна я форма
1	Введение в дисциплину. Постулаты и законы термодинамики Основные определения, понятия, обозначения; Постулаты и законы термодинамики: Первый, второй, третий законы термодинамики - формулировка, интерпретация.	4	Л
2	Устойчивость фаз. Энергия Гиббса Устойчивость фаз в однокомпонентных системах. Введение энергии Гиббса. Уравнение Клаузиуса-Клапейрона. Тройные и критические точки.	4	Л
3	Химический потенциал. Парциальные мольные свойства Экстенсивные и интенсивные свойства. Парциальные мольные свойства - определение, соотношения, графическое представление. Условие равновесия в гетерогенной системе. Построение общей касательной.	4	ЛВ
4	Твердые растворы. Спинодальный распад Особенности поведения твердых растворов. Анализ фазовых переходов. Зародышеобразование и спинодальный распад. Метастабильные фазы.	6	ЛВ
5	Фазовые диаграммы одно-, двух- и трехкомпонентных систем Принципы Курнакова. Правило фаз Гиббса. Особые точки на фазовых диаграммах.	4	ПЛ
6	Термодинамические функции соединений	4	ПЛ

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
	Стехиометрические и нестехиометрические соединения. Активность соединения. Термодинамическое описание индивидуальных веществ и соединений на их основе. Фазовые переходы первого и второго рода.		
7	Термодинамические функции смещения Выбор стандартного состояния. Избыточные функции смещения. Термодинамические модели растворов.	4	ЛВ
8	Прямая и обратная задача термодинамики фазовых равновесий Расчет областей фазового равновесия двухкомпонентных систем по термодинамическим данным. Определение термодинамических данных из фазовых диаграмм.	6	Л
9	Рентгенодифракционные методы определения фазового состояния в оксидных системах Основы метода рентгеновской дифрактометрии. Качественный и количественный рентгенофазовый анализ. Метод Ритвельда.	6	ЛПК
10	Термические методы определения фазового состояния в оксидных системах Основы термических методов исследования веществ. Синхронный термический анализ. Визуально-термический анализ.	6	ЛПК

4.3. Занятия семинарского типа.

4.3.1. Семинары, практические занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
2 семестр			
1	Введение в дисциплину. Постулаты и законы термодинамики Решение задач - законы термодинамики; полные дифференциалы и функции процесса.	4	КрСт
2	Устойчивость фаз. Энергия Гиббса Решение задач - фазовые равновесия в двух- и трехкомпонентных системах.	4	КрСт
3	Химический потенциал. Парциальные мольные свойства Решение задач - изменение химического потенциала; парциальные мольные функции; расчет сосуществующих фаз.	4	Т

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
2 семестр			
4	Твердые растворы. Спинодальный распад Решение задач – определение коэффициентов активностей компонентов в твердых растворах.	6	Т

4.3.2. Лабораторные занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
3 семестр			
1	Фазовые диаграммы одно-, двух- и трехкомпонентных систем Анализ фазовых равновесий в рамках одно-, двух- и трехкомпонентных систем. Особые точки на фазовых диаграммах. Математическое описание состояния равновесия.	8	КтСм
2	Термодинамические свойства и функции соединений Базы данных термодинамических свойств химических соединений. Термодинамическое описание компонентов в многофазной системе.	8	КтСм
3	Термодинамические функции смешения Избыточные термодинамические функции. Термодинамическое описание регулярных и субрегулярных твердых растворов.	8	КтСм
4	Прямая и обратная задача термодинамики фазовых равновесий Постановка прямой и обратной задачи термодинамики. Определение параметров взаимодействия компонентов.	12	КтСм
4 семестр			
1	Определение фазового состояния и фазовых переходов в оксидных системах методом высокотемпературной рентгеновской дифрактометрии Устройство и принцип действия порошкового рентгеновского дифрактометра с высокотемпературной приставкой. Пробоподготовка и проведение исследования. Анализ полученных результатов и их представление.	12	МК

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
2	Термические методы определения фазового состояния в оксидных системах Устройство и принцип действия приборов синхронного термического анализа. ДСК и ДТА режимы проведения измерений. Пробоподготовка и проведение исследования. Анализ полученных результатов и их представление.	10	МК

4.4. Самостоятельная работа обучающихся.

4.5 Темы РГР и индивидуального задания

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
2 семестр			
1-4	Поверхность и поверхностное натяжение: температура и химические потенциалы на поверхности раздела фаз, поверхностное натяжение, влияние внешних сил и кривизны поверхности.	10	Устный опрос № 1
3 семестр			
1-4	Стабильное и нестабильное равновесие. Критерий стабильности при бесконечно малых флуктуациях состава. Функция стабильности. Относительная и приведенная адсорбция, уравнение адсорбции Гиббса, модели адсорбции, состояние насыщения, поверхностно-активные вещества, расчет адсорбции по данным о поверхностном натяжении.	52	Устный опрос № 1-2 Письменный опрос № 1-3
4 семестр			
1-2	Термодинамика образования зародыша твердой фазы. Понятие зародыша новой фазы. Описание процессов образования новой фазы при помощи термодинамических потенциалов. Конденсационное и кристаллизационное образование дисперсных систем.	22	Устный опрос № 1 Письменный опрос № 1

Устный опрос – групповой устный ответ на вопросы преподавателя по перечню вопросов для самостоятельного изучения

Письменный опрос – индивидуальный письменный ответ на вопросы преподавателя по перечню вопросов для самостоятельного изучения

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

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы по дисциплине, включая перечень тем самостоятельной работы, формы текущего контроля по дисциплине и требования к их выполнению размещены в электронной информационно-образовательной среде СПбГТИ(ТУ) на сайте: <https://media.technolog.edu.ru>

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Своевременное выполнение обучающимся мероприятий текущего контроля позволяет превысить (достигнуть) пороговый уровень («удовлетворительно») освоения предусмотренных элементов компетенций.

Результаты дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций превышен (достигнут) пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета в конце 3 семестра и экзамена в 4 семестре. К сдаче зачета допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля.

Зачет предусматривает выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуются двумя теоретическими вопросами из различных разделов дисциплины.

При сдаче зачета, студент получает два вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу - до 20 мин.

Пример варианта вопросов на зачете:

Вариант № 1

1. Основные термодинамические понятия. Энтальпия, энтропия, энергия Гиббса.
2. Графический анализ диаграммы состояния двухкомпонентной системы с использованием правила фаз Гиббса.

Итоговая аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена в конце 4 семестра. К сдаче экзамена допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля, а также получившие зачеты по дисциплине по итогам 3 семестра.

Экзамен предусматривает выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуются тремя теоретическими вопросами из различных разделов дисциплины.

При сдаче экзамена, студент получает три вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу - до 30 мин.

Пример варианта вопросов на экзамене:

Вариант № 1

1. Критерий термодинамического равновесия. Введение энергии Гиббса.
2. Экстенсивные и интенсивные свойства. Парциальные мольные свойства.
3. Уравнения материального баланса в многокомпонентных системах. Вывод выражения для химического потенциала.

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1

7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины.

а) печатные издания:

1. Комлев, А. А. Термодинамика фазовых равновесий и расчет фазовых диаграмм: учебное пособие / А. А. Комлев, О. В. Проскурина. – СПб.: СПбГТИ(ТУ). 2014. – 97 с.
2. Новые подходы к проблеме зародышеобразования / О.В. Альмяшева, О.В. Проскурина, А.А. Красилин, В.В. Гусаров. – СПб.: СПбГТИ(ТУ). 2015. – 79 с.
3. Типовые расчеты по физической и коллоидной химии / А. Н. Васюкова, О.П. Задачаина, Н.В. Насонова, Л.И. Перепелкина. – СПб.: Лань. 2014. - 144 с.

б) электронные учебные издания:

1. Комлев, А. А. Термодинамика фазовых равновесий и расчет фазовых диаграмм: учебное пособие / А. А. Комлев, О. В. Проскурина. Электрон. текстовые дан. – СПб.: СПбГТИ(ТУ). 2014. – 97 с. (ЭБ)
2. Типовые расчеты по физической и коллоидной химии / А. Н. Васюкова, О.П. Задачаина, Н.В. Насонова, Л.И. Перепелкина. Электрон. текстовые дан. – СПб.: Лань. 2014. - 140 с. (ЭБС Лань)

8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.

– учебный план, РПД и учебно-методические материалы: <http://media.technolog.edu.ru>

– отечественные электронные библиотечные ресурсы:

ЭБ «Библиотех»

ЭБС «Лань»

<http://www.elibrary.ru>;

<http://www.diss.rsl.ru>;

<http://www.viniti.ru>;

<http://www.chemport.ru>;

<http://www.biblioclub.ru>;

<http://www.rusanalytchem.org>;

<http://www.anchem.ru>;

<http://www.chem.msu.ru>.

– зарубежные электронные библиотечные ресурсы:

<http://www.sciencedirect.com>

<http://www.springerlink.com>

<http://www.chemweb.com>

<http://www.pubs.acs.org>

<http://www.doaj.org>

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Все виды занятий по дисциплине «Химические и фазовые равновесия в многокомпонентных системах» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

СТО СПбГТИ 020-2011. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лабораторные занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 040-02. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования;

СТО СПбГТИ 018-2014. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Семинары и практические занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 048-2009. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению.

Планирование времени, необходимого на изучение данной дисциплины, лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов является:

- плановость в организации учебной работы;
- серьезное отношение к изучению материала;
- постоянный самоконтроль.

На занятия студент должен приходить, имея багаж знаний и вопросов по уже изученному материалу.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

10.1. Информационные технологии.

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

- чтение лекций с использованием мультимедийных слайд-презентаций;
- использование видеоматериалов для наглядного объяснения сути изучаемого материала;
- проведение компьютерных расчетов и компьютерного моделирования с использованием современных программных комплексов;
- взаимодействие с обучающимися посредством электронной почты.
- взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС.

10.2. Программное обеспечение.

- пакеты прикладных программ стандартного набора Microsoft Office, MathCad, Origin, Curve Expert;
- программный комплекс для построения фазовых диаграмм по термодинамическим данным PhDi;
- программы обработки и расшифровки рентгенограмм PDWin, SineTheta;

10.3. Базы данных и информационные справочные системы.

- электронная база данных термодинамических констант веществ «ТКВ». Доступна онлайн
- [http:// http://www.chem.msu.ru/cgi-bin/tkv.pl](http://www.chem.msu.ru/cgi-bin/tkv.pl)
- база данных термодинамических величин IvTanThermo;
- база данных порошковых дифрактограмм PDF2-2012;

11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы.

Для ведения лекционных и практических занятий используется аудитория, рассчитанная на 20 посадочных мест и оснащенная мультимедийным проектором и экраном.

Для проведения компьютерных расчетов и моделирования в рамках лабораторных занятий используется компьютерный класс, оборудованный персональными компьютерами, на которых установлены соответствующие программные комплексы.

Для проведения химического синтеза и пробоподготовки образцов в рамках лабораторных занятий используется химическая лаборатория, оснащенная современным химическим лабораторным оборудованием, в том числе и синтетическим.

Проведение физико-химических анализов в рамках лабораторных занятий реализуется на базе оборудования соответствующих профильных лабораторий кафедры физической химии – лаборатории рентгеновских методов исследования и лаборатории термических методов исследования.

Перечень синтетического и аналитического оборудования, используемого при проведении лабораторных занятий приведен ниже.

Наименование и марка оборудования	Назначение и краткая характеристика оборудования
Печь муфельная SNOL 6.2	Температурная обработка образцов до 1300°C
Печь муфельная Nabertherm 1800	Температурная обработка образцов до 1800°C
Шкаф сушильный Binder ED53	Температурная обработка и сушка образцов до 300°C
Шкаф сушильный LOIP 350	Температурная обработка и сушка образцов до 350°C
Печь шахтная	Температурная и гидротермальная обработка образцов до 1000°C
Лабораторные перемешивающие устройства	Перемешивание растворов со скоростью до 1000 об/мин
Магнитная мешалка	Перемешивание растворов магнитным якорем со скоростью до 500 об/мин
Магнитная мешалка с подогревом	Перемешивание растворов магнитным якорем со скоростью до 500 об/мин с подогревом до 90°C
pH метр лабораторный	Измерение pH растворов
Рефрактометр	Определение показателя преломления растворов
Поляриметр	Определение угла вращения плоскости поляризации
Весы лабораторные	Взвешивание образцов до 500 г. Взвешивание образцов до 2000 г.
Ультразвуковой диспергатор	Воздействие ультразвуковых волн на растворы и дисперсии частиц
Лабораторный шейкер на 9 колб с подогревом	Одновременное перемешивание 9 колб с возможностью подогрева до 100°C
Пресс гидравлический ПГР-400	Прессования керамических образцов, усилием 10 т
Пресс гидравлический ПГР-100 для ИК-Фурье спектрометра	Прессование таблеток для проведения исследований методом ИК-спектроскопии, усилием 2 т
Весы аналитические OHAUS-200	Взвешивание образцов до 200 г. с точностью 0.00001 г.
Насос перистальтический	Перекачивание жидкостей по каналам 1 мм без контакта с ними
Автоклавы лабораторные	Проведение гидротермальной обработки материалов при T=500C и давлении 1000 атм.

Автоклавы лабораторные с тефлоновыми тиглями	Проведение гидротермальной обработки материалов при T=250C и давлении 500 атм.
ИК-Фурье спектрометр ФСМ-1202	Проведение исследований порошков и жидкостей методом ИК спектроскопии
Порошковый рентгеновский дифрактометр XRD-7000	Проведение рентгенофазового анализа порошковых материалов
Высокотемпературная камера НТК-1200N к Порошковому рентгеновскому дифрактометру XRD-7000	Проведение рентгенофазового анализа порошковых материалов in situ при термической обработке

12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебные процесс осуществляется в соответствии с Положением об организации учебного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья СПбГТИ(ТУ), утвержденным ректором 28.08.2014 г.

**Фонд оценочных средств
для проведения промежуточной аттестации по
дисциплине «Химические и фазовые равновесия в многокомпонентных системах»**

1. Перечень компетенций и этапов их формирования.

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
ПК-1	Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках	промежуточный
ПК-2	Способен проводить поиск научной информации в выбранной области химии и/или смежных наук	промежуточный
ПК-3	Способен на основе критического анализа результатов НИР оценивать перспективы их практического применения и продолжения работ в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках	промежуточный

2. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, шкала оценивания

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
ПК-1. В.07.1 Оценка сложности термодинамического описания выбранной системы или процесса и выбор подходящей расчетной модели или комплекса экспериментальных методов исследования	Знает основные физико-химические подходы к определению условий химических и фазовых равновесий	Правильные ответы на вопросы № 1-6	Частично знает основные физико-химические подходы к определению условий химических и фазовых равновесий	Уверенно знает основные физико-химические подходы к определению условий химических и фазовых равновесий	В совершенстве знает основные физико-химические подходы к определению условий химических и фазовых равновесий
	Умеет планировать проведение расчетных и экспериментальных работ по анализу равновесий в многокомпонентных системах	Правильные ответы на вопросы № 7-11	Частично умеет планировать проведение расчетных и экспериментальных работ по анализу равновесий в многокомпонентных системах	Уверенно умеет планировать проведение расчетных и экспериментальных работ по анализу равновесий в многокомпонентных системах	В совершенстве умеет планировать проведение расчетных и экспериментальных работ по анализу равновесий в многокомпонентных системах
	Владеет информацией о возможностях и ограничениях современных подходов к термодинамическому описанию реальных систем	Правильные ответы на вопросы № 12-16	Частично владеет информацией о возможностях и ограничениях современных подходов к термодинамическому описанию реальных систем	Уверенно владеет информацией о возможностях и ограничениях современных подходов к термодинамическому описанию реальных систем	В совершенстве владеет информацией о возможностях и ограничениях современных подходов к термодинамическому описанию реальных систем

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
ПК-2. В.07.1 Проведение поиска специализированной литературы в области химической термодинамики материалов	Знает основные источники термодинамических данных и базы фазовых диаграмм	Правильные ответы на вопросы № 17-20	Частично знает основные источники термодинамических данных и базы фазовых диаграмм	Уверенно знает основные источники термодинамических данных и базы фазовых диаграмм	В совершенстве знает основные источники термодинамических данных и базы фазовых диаграмм
	Умеет использовать современные информационные ресурсы для поиска и получения информации о химических и фазовых равновесиях	Правильные ответы на вопросы № 21-24	Частично умеет использовать современные информационные ресурсы для поиска и получения информации о химических и фазовых равновесиях	Уверенно умеет использовать современные информационные ресурсы для поиска и получения информации о химических и фазовых равновесиях	В совершенстве умеет использовать современные информационные ресурсы для поиска и получения информации о химических и фазовых равновесиях
	Владеет навыками работы с современными базами данных термодинамических свойств индивидуальных химических веществ	Правильные ответы на вопросы № 25-28	Частично владеет навыками работы с современными базами данных термодинамических свойств индивидуальных химических веществ	Уверенно владеет навыками работы с современными базами данных термодинамических свойств индивидуальных химических веществ	В совершенстве владеет навыками работы с современными базами данных термодинамических свойств индивидуальных химических веществ
ПК-3. В.07.1 Анализ результатов физико-химического исследования химических и фазовых	Знает основные направления практического использования материалов на основе исследуемых многокомпонентных систем	Правильные ответы на вопросы № 29-33	Частично знает основные направления практического использования материалов на основе исследуемых	Уверенно знает основные направления практического использования материалов на основе исследуемых	В совершенстве знает основные направления практического использования материалов на основе

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
превращений в выбранной системе и прогнозирование их практического использования			многокомпонентных систем	многокомпонентных систем	исследуемых многокомпонентных систем
	Умеет использовать полученные расчетные и экспериментальные результаты для физико-химического конструирования новых материалов	Правильные ответы на вопросы № 34-39	Частично умеет использовать полученные расчетные и экспериментальные результаты для физико-химического конструирования новых материалов	Уверенно умеет использовать полученные расчетные и экспериментальные результаты для физико-химического конструирования новых материалов	В совершенстве умеет использовать полученные расчетные и экспериментальные результаты для физико-химического конструирования новых материалов
	Владеет критическим анализом результатов исследования химических и фазовых равновесий в выбранной системе	Правильные ответы на вопросы № 40-41	Частично владеет критическим анализом результатов исследования химических и фазовых равновесий в выбранной системе	Уверенно владеет критическим анализом результатов исследования химических и фазовых равновесий в выбранной системе	В совершенстве владеет критическим анализом результатов исследования химических и фазовых равновесий в выбранной системе

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):

- промежуточная аттестация (3 семестр) проводится в форме зачета, результат оценивания – «зачтено», «не зачтено»;
- итоговая аттестация (4 семестр) проводится в форме экзамена, шкала оценивания – балльная.

3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной и итоговой аттестации.

а) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-1:

1. Основные термодинамические понятия.
2. Понятия открытой и закрытой систем. Экстенсивные и интенсивные функции
3. Основные термодинамические функции. Энтропия. Энтальпия. Энергия Гиббса
4. Законы и постулаты термодинамики
5. Уравнение Клаузиуса-Клаперона. Фазовые равновесия в однокомпонентной системе
6. Функции состояния и функции процесса
7. Критерий термодинамического равновесия. Введение энергии Гиббса
8. Химический потенциал. Состояние сравнения
9. Парциальные мольные свойства
10. Уравнения Гиббса-Дюгема. Основные выводы
11. Условие термодинамического равновесия. Графический способ выражения
12. Фазовые диаграммы. Принципы построения
13. Фазовые диаграммы одно-, двух- и трехкомпонентных систем
14. Правило фаз Гиббса. Графическое выражение
15. Графический метод определения парциальных мольных величин
16. Нонвариантные точки на фазовых диаграммах. Фазовые переходы, происходящие в них

б) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-2:

17. Термодинамические функции смешения
18. Избыточные термодинамические функции смешения
19. Термодинамические модели для описания избыточной энергии Гиббса
20. Модели случайного замещения
21. Модели подрешеток
22. Прямая задача термодинамики фазовых равновесий
23. Обратная задача термодинамики фазовых равновесий
24. Энергетическая теория изовалентных твердых растворов замещения
25. Концентрационная зависимость энергии Гиббса для бинарных систем
26. Твердые растворы
27. Правила образования твердых растворов
28. Анализ фазовых переходов

в) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-3:

29. Зародышеобразование и спинодальный распад
30. Метастабильные фазы
31. Законы Рауля и Генри
32. Стехиометрические и нестехиометрические соединения
33. Химический потенциал соединения
34. Активность соединения
35. Условие стабильности для многокомпонентного раствора
36. Функция стабильности
37. Температура и химические потенциалы на поверхности раздела фаз
38. Уравнение адсорбции Гиббса
39. Вариантность двухфазной системы и влияние кривизны поверхности раздела
40. Критический зародыш
41. Гомогенное и гетерогенное зародышеобразование

При сдаче зачета, студент получает два вопроса из перечня, приведенного выше. Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 30 мин.

При сдаче экзамена, студент получает три вопроса из перечня, приведенного выше. Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 45 мин.

4. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СТП СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКДВ Порядок проведения зачетов и экзаменов.

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме зачёта или экзамена.

Шкала оценивания на экзамене балльная («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»), на зачёте – «зачёт», «незачет». При этом «зачёт» соотносится с пороговым уровнем сформированности компетенции.