

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 01.11.2023 16:48:04
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
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ И РАСЧЕТНЫЕ МЕТОДЫ В ИССЛЕДОВАНИИ
ФАЗОВЫХ РАВНОВЕСИЙ

Направление подготовки

04.03.01 Химия

Направленность программы бакалавриата
Физическая химия и химия твердого тела

Квалификация

Бакалавр

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 «Экспериментальные и расчетные методы в исследовании фазовых равновесий» 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 04.03.01 «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	10
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	10
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации	11
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	11
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины	11
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	12
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	12
10.1. Информационные технологии	12
10.2. Программное обеспечение	12
10.3. Базы данных и информационные справочные системы	13
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	13
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья	14
Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации	15

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

В результате освоения образовательной программы бакалавриата 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 Способен выполнять стандартные операции по предлагаемым методикам</p>	<p>ПК-1. ДВ.02.01.1 Выполнение рентгенофазового анализа многофазной системы</p>	<p>Знать: основные принципы идентификации кристаллических фаз методом дифрактометрии; Уметь: самостоятельно проводить рентгенографическое исследование на дифрактометре; Владеть: программными комплексами по обработке результатов дифракционного исследования.</p>
<p>ПК-2 Владеет базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований</p>	<p>ПК-2. ДВ.02.01.1 Использование современного аналитического оборудования при проведении научных исследований</p>	<p>Знать: возможности и ограничение современных физико-химических методов анализа; Уметь: адекватно выбирать метод исследования под решение поставленной в работе задачи; Владеть: навыками работы с современными базами данных термодинамических свойств индивидуальных химических веществ навыками самостоятельной работы на современном аналитическом оборудовании.</p>

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
<p>ПК-3 Владеет системой фундаментальных химических, физических и математических понятий</p>	<p>ПК-3. ДВ.02.01.1 Владение основными терминами и понятиями термодинамики материалов</p>	<p>Знать: терминологию и понятийный аппарат химической термодинамики; Уметь: осуществлять выбор термодинамического потенциала для описания системы; Владеть: представлениями о прямой и обратной задачах термодинамики материалов.</p>
<p>ПК-4 Способен применять основные естественнонаучные законы и закономерности развития химической науки при анализе полученных результатов</p>	<p>ПК-4. ДВ.02.01.1 Анализ результатов экспериментального и/или расчетного исследования многокомпонентной системы</p>	<p>Знать: основные постулаты и законы химической термодинамики; Уметь: анализировать адекватность результатов экспериментального и/или расчетного исследования выбранной системы; Владеть: навыками прогнозирования поведения химической системы при изменении внешних условий.</p>
<p>ПК-5 Способен получать и обрабатывать результаты научных экспериментов с помощью современных компьютерных технологий</p>	<p>ПК-5. ДВ.02.01.1 Получение и обработка результатов физико-химического анализа многокомпонентной системы</p>	<p>Знать: современные компьютерные средства получения и обработки результатов эксперимента; Уметь: самостоятельно проводить обработку экспериментальных данных и представление полученных результатов; Владеть: автоматизированными средствами анализа и обработки экспериментальных данных.</p>

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к вариативной части программы, является дисциплиной по выбору (Б1.В.ДВ.02.01) и изучается на 4 курсе в 7 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Неорганическая химия», «Аналитическая химия», «Физическая химия», «Математика», «Информатика».

Полученные в процессе изучения дисциплины «Экспериментальные и расчетные методы в исследовании фазовых равновесий» знания, умения и навыки могут быть использованы в научно-исследовательской работе бакалавра 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)	5/180
Контактная работа с преподавателем:	116
занятия лекционного типа	36
занятия семинарского типа, в т.ч.	72
семинары, практические занятия	36
лабораторные работы	36
курсовое проектирование (КР или КП)	8
КСР	-
другие виды контактной работы	-
Самостоятельная работа	37
Форма текущего контроля (Кр, реферат, РГР, эссе)	-
Форма промежуточной аттестации (КР, КП, зачет, экзамен)	КР, экзамен/27

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			
1	Введение в дисциплину. Постулаты и законы термодинамики	2	2		2	ПК-1	ПК-1. ДВ.02.01.1
2	Устойчивость фаз. Энергия Гиббса	4	4		2	ПК-1	ПК-1. ДВ.02.01.1
3	Химический потенциал. Парциальные мольные свойства	4	4		2	ПК-2	ПК-2. ДВ.02.01.1
4	Фазовые диаграммы одно-, двух- и трехкомпонентных систем	4	4		2	ПК-2	ПК-2. ДВ.02.01.1
5	Термодинамические функции смешения	4	4		2	ПК-3	ПК-3. ДВ.02.01.1
		18	18		10	ПК-1 ПК-2 ПК-3	ПК-1. ДВ.02.01.1 ПК-2. ДВ.02.01.1 ПК-3. ДВ.02.01.1
6	Основные методы экспериментального изучения фазовых равновесий в многокомпонентных системах	2	2	4	5	ПК-4	ПК-4. ДВ.02.01.1
7	Применение расчетных методов к исследованию фазовых равновесий	4	4	8	5	ПК-4	ПК-4. ДВ.02.01.1
8	Основные подходы к решению обратной задачи термодинамики	4	4	8	5	ПК-5	ПК-1. ДВ.02.01.1
9	Основные подходы к решению прямой задачи термодинамики	4	4	8	5	ПК-5	ПК-5. ДВ.02.01.1
10	Методы оптимизация фазовых диаграмм	4	4	8	7	ПК-5	ПК-5. ДВ.02.01.1
		18	18	36	27	ПК-4 ПК-5	ПК-5. ДВ.02.01.1

ИТОГО	36	36	36	37	ПК-1 ПК-2 ПК-3 ПК-4 ПК-5	ПК-4. ДВ.02.01.1 ПК-5. ДВ.02.01.1
--------------	----	----	----	----	---	--

4.2. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	Введение в дисциплину. Основные определения, понятия, обозначения. Постулаты и законы термодинамики: первый, второй, третий законы термодинамики - формулировка, интерпретация.	2	Л
2	Устойчивость фаз. Энергия Гиббса. Устойчивость фаз в однокомпонентных системах. Введение энергии Гиббса. Уравнение Клаузиуса-Клаперона. Тройные и критические точки.	4	Л
3	Химический потенциал: Экстенсивные и интенсивные свойства. Парциальные мольные свойства - определение, соотношения, графическое представление. Условие равновесия в гетерогенной системе. Построение общей касательной.	4	ЛВ
4	Фазовые диаграммы одно-, двух- и трехкомпонентных систем: Принципы Курнакова. Особые точки на фазовых диаграммах.	4	ЛВ
5	Термодинамические функции смешения. Выбор стандартного состояния. Избыточные функции смешения. Термодинамические модели растворов.	4	ПЛ
6	Основные методы экспериментального изучения фазовых равновесий в многокомпонентных системах. Метод «отжиг-закалка». Визуально-политермический анализ.	2	ПЛ
7	Применение расчетных методов к исследованию фазовых равновесий. Численные методы расчета фазовых границ. Расчет границ вблизи некоторых инвариантных точек. Применение численных методов.	4	ЛВ
8	Основные подходы к решению обратной задачи термодинамики. Условия равновесия в гетерогенной системе и его применение при изучении фазовых взаимоотношений в многокомпонентных системах.	4	Л
9	Основные подходы к решению прямой задачи термодинамики. Постановка задачи. Выбор критериальной базы и метода решения.	4	ЛПК

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Иновационная форма
10	Методы оптимизация фазовых диаграмм. Выбор критериев оптимизации, экспертная оценка вклада исходных данных, модели и метода решения.	4	ЛПК

4.3. Занятия семинарского типа.

4.3.1. Семинары, практические занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Иновационная форма
1	Введение в дисциплину. Основные определения, понятия, обозначения. Постулаты и законы термодинамики: первый, второй, третий законы термодинамики - формулировка, интерпретация.	2	КрСт
2	Устойчивость фаз. Энергия Гиббса. Устойчивость фаз в однокомпонентных системах. Введение энергии Гиббса. Уравнение Клаузиуса-Клаперона. Тройные и критические	4	КрСт
3	Химический потенциал: Экстенсивные и интенсивные свойства. Парциальные мольные свойства - определение, соотношения, графическое представление. Условие равновесия в гетерогенной системе. Построение общей касательной.	4	Т
4	Фазовые диаграммы одно-, двух- и трехкомпонентных систем: Принципы Курнакова. Особые точки на фазовых диаграммах.	4	Т
5	Термодинамические функции смешения. Выбор стандартного состояния. Избыточные функции смешения. Термодинамические модели растворов.	4	Т
6	Основные методы экспериментального изучения фазовых равновесий в многокомпонентных системах. Метод «отжиг-закалка». Визуально-политермический анализ.	2	КрСт
7	Применение расчетных методов к исследованию фазовых равновесий. Численные методы расчета фазовых границ. Расчет границ вблизи некоторых инвариантных точек. Применение численных методов.	4	КрСт
8	Основные подходы к решению обратной задачи термодинамики. Условия равновесия в гетерогенной системе и его применение при	4	Т

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
9	Основные подходы к решению прямой задачи термодинамики. Постановка задачи. Выбор критериальной базы и метода решения.	4	Т
10	Методы оптимизация фазовых диаграмм. Выбор критериев оптимизации, экспертная оценка вклада исходных данных, модели и метода решения.	4	Т

4.3.2. Лабораторные занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	Основные методы экспериментального изучения фазовых равновесий в многокомпонентных системах	4	КтСм
2	Применение расчетных методов к исследованию фазовых равновесий	8	КтСм
3	Основные подходы к решению обратной задачи термодинамики	8	КтСм
4	Основные подходы к решению прямой задачи термодинамики	8	КтСм
5	Методы оптимизация фазовых диаграмм	8	КтСм

4.4. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Основные подходы к решению обратной задачи термодинамики	10	Устный опрос №1
2	Основные подходы к решению прямой задачи термодинамики	12	Устный опрос №2
3	Методы оптимизация фазовых диаграмм	15	Устный опрос №3

Устный опрос – групповой устный 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 экзамена и защиты курсовой работы.

К сдаче экзамена допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля.

Экзамен предусматривают выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуются вопросами (заданиями) двух видов: теоретический вопрос (для проверки знаний) и комплексная задача (для проверки умений и навыков).

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. Условие термодинамического равновесия
2. Основные термодинамические понятия. Экстенсивные и интенсивные функции
3. Термодинамическая степень свободы. Нонвариантные точки

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 «Экспериментальные и расчетные методы в исследовании фазовых равновесий» 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://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 «Экспериментальные и расчетные методы в исследовании фазовых
равновесий»**

1. Перечень компетенций и этапов их формирования.

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
ПК-1	Способен выполнять стандартные операции по предлагаемым методикам	промежуточный
ПК-2	Владеет базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований	промежуточный
ПК-3	Владеет системой фундаментальных химических, физических и математических понятий	промежуточный
ПК-4	Способен применять основные естественнонаучные законы и закономерности развития химической науки при анализе полученных результатов	промежуточный
ПК-5	Способен получать и обрабатывать результаты научных экспериментов с помощью современных компьютерных технологий	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, ДВ.02.01.1 Выполнение рентгенофазового анализа многофазной системы	Знает основные принципы идентификации кристаллических фаз методом дифрактометрии	Правильны е ответы на вопросы № 1-2	Частично знает основные принципы идентификации кристаллических фаз методом дифрактометрии	Уверенно знает основные принципы идентификации кристаллических фаз методом дифрактометрии	В совершенстве знает основные принципы идентификации кристаллических фаз методом дифрактометрии
	Умеет самостоятельно проводить рентгенографическое исследование на дифрактометре	Правильны е ответы на вопросы № 3-4	Частично умеет самостоятельно проводить рентгенографическое исследование на дифрактометре	Уверенно умеет самостоятельно проводить рентгенографическое исследование на дифрактометре	В совершенстве умеет самостоятельно проводить рентгенографическое исследование на дифрактометре
	Владеет программными комплексами по обработке результатов дифракционного исследования	Правильны й ответ на вопрос № 5	Частично владеет программными комплексами по обработке результатов дифракционного исследования	Уверенно владеет программными комплексами по обработке результатов дифракционного исследования	В совершенстве владеет программными комплексами по обработке результатов дифракционного исследования
ПК-2, ДВ.02.01.1 Использование современного аналитического оборудования при проведении научных	Знает возможности и ограничение современных физико-химических методов анализа	Правильны е ответы на вопросы № 6-7	Частично знает возможности и ограничение современных физико-химических методов анализа	Уверенно знает возможности и ограничение современных физико-химических методов анализа	В совершенстве знает возможности и ограничение современных физико-химических методов анализа

Код и наименование индикатора достижения компетенции исследований	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
	Умеет адекватно выбирать метод исследования под решение поставленной в работе задачи	Правильный ответ на вопрос № 8	Частично умеет адекватно выбирать метод исследования под решение поставленной в работе задачи	Уверенно умеет адекватно выбирать метод исследования под решение поставленной в работе задачи	В совершенстве умеет адекватно выбирать метод исследования под решение поставленной в работе задачи
	Владеет навыками работы с современными базами данных термодинамических свойств индивидуальных химических веществ навыками самостоятельной работы на современном аналитическом оборудовании	Правильный ответ на вопрос № 9	Частично владеет навыками работы с современными базами данных термодинамических свойств индивидуальных химических веществ навыками самостоятельной работы на современном аналитическом оборудовании	Уверенно владеет навыками работы с современными базами данных термодинамических свойств индивидуальных химических веществ навыками самостоятельной работы на современном аналитическом оборудовании	В совершенстве владеет навыками работы с современными базами данных термодинамических свойств индивидуальных химических веществ навыками самостоятельной работы на современном аналитическом оборудовании
ПК-3.ДВ.02.01.1 Владение основными терминами и понятиями термодинамики материалов	Знает терминологию и понятийный аппарат химической термодинамики	Правильные ответы на вопросы № 10-11	Частично знает терминологию и понятийный аппарат химической термодинамики	Уверенно знает терминологию и понятийный аппарат химической термодинамики	В совершенстве знает терминологию и понятийный аппарат химической термодинамики
	Умеет осуществлять выбор термодинамического потенциала для описания системы	Правильный ответ на вопрос № 12	Частично умеет осуществлять выбор термодинамического потенциала для описания системы	Уверенно умеет осуществлять выбор термодинамического потенциала для описания системы	В совершенстве умеет осуществлять выбор термодинамического потенциала для описания системы

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
	Владеет представлениями о прямой и обратной задачах термодинамики материалов	Правильный ответ на вопрос № 13	Частично владеет представлениями о прямой и обратной задачах термодинамики материалов	Уверенно владеет представлениями о прямой и обратной задачах термодинамики материалов	В совершенстве владеет представлениями о прямой и обратной задачах термодинамики материалов
ПК-4.ДВ.02.01.1 Анализ результатов экспериментального и/или расчетного исследования многокомпонентной системы	Знает основные постулаты и законы химической термодинамики	Правильные ответы на вопросы № 14-15	Частично знает основные постулаты и законы химической термодинамики	Уверенно знает основные постулаты и законы химической термодинамики	В совершенстве знает основные постулаты и законы химической термодинамики
	Умеет анализировать адекватность результатов экспериментального и/или расчетного исследования выбранной системы	Правильный ответ на вопрос № 16	Частично умеет анализировать адекватность результатов экспериментального и/или расчетного исследования выбранной системы	Уверенно умеет анализировать адекватность результатов экспериментального и/или расчетного исследования выбранной системы	В совершенстве умеет анализировать адекватность результатов экспериментального и/или расчетного исследования выбранной системы
	Владеет навыками прогнозирования поведения химической системы при изменении внешних условий	Правильный ответ на вопрос № 17	Частично владеет навыками прогнозирования поведения химической системы при изменении внешних условий	Уверенно владеет навыками прогнозирования поведения химической системы при изменении внешних условий	В совершенстве владеет навыками прогнозирования поведения химической системы при изменении внешних условий

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
ПК-5.ДВ.02.01.1 Получение и обработка результатов физико-химического анализа многокомпонентной системы	Знает современные компьютерные средства получения и обработки результатов эксперимента	Правильны е ответы на вопросы № 18-19	Частично знает современные компьютерные средства получения и обработки результатов эксперимента	Уверенно знает современные компьютерные средства получения и обработки результатов эксперимента	В совершенстве знает современные компьютерные средства получения и обработки результатов эксперимента
	Умеет самостоятельно проводить обработку экспериментальных данных и представление полученных результатов	Правильны й ответ на вопрос № 20	Частично умеет самостоятельно проводить обработку экспериментальных данных и представление полученных результатов	Уверенно умеет самостоятельно проводить обработку экспериментальных данных и представление полученных результатов	В совершенстве умеет самостоятельно проводить обработку экспериментальных данных и представление полученных результатов
	Владеет автоматизированными средствами анализа и обработки экспериментальных данных	Правильны й ответ на вопрос № 21	Частично владеет автоматизированными средствами анализа и обработки экспериментальных данных	Уверенно владеет автоматизированными средствами анализа и обработки экспериментальных данных	В совершенстве владеет автоматизированными средствами анализа и обработки экспериментальных данных

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):

- промежуточная аттестация проводится в форме курсовой работы (шкала оценивания – балльная);
- итоговая аттестация 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 понятия в термодинамике фазовых равновесий.
2. Энергия Гиббса и ее применения.
3. Уравнение Клазиуса-Клаперона. Фазовые равновесия в однокомпонентной системе
4. Условия термодинамического равновесия. Критерии устойчивости фаз в многокомпонентных системах
5. Химический потенциал. Стандартное состояние, его выбор.

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

6. Термодинамика образования фаз переменного состава. Термодинамические модели растворов
7. Правило фаз Гиббса. Графическое выражение
8. Фазовые диаграммы одно-, двух- и трехкомпонентных систем
9. Графический метод определения парциальных мольных величин

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

10. Прямая и обратная задача термодинамики фазовых равновесий
11. Модели для описания избыточной энергии Гиббса
12. Метод CALPHAD
13. Термодинамические расчеты образования зародыша твердой фазы

г) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-4:

14. Термодинамические функции смешения.
15. Экспериментальные методы определения фазового состояния системы
16. Статические методы построения фазовых диаграмм
17. Динамические методы построения фазовых диаграмм

д) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-5:

18. Численные методы расчета фазовых диаграмм программные продукты для решения прямой и обратной задач термодинамики фазовых равновесий
19. Термодинамическая модель подрешеток. Квазихимическая модель. Стабильное и нестабильное равновесие
20. Стабильное и нестабильное равновесие. Бинодальный и спинодальный распад
21. Правило Вегарда, определение состава твердых растворов и границ области смешимости. Связь микроструктуры образца с фазовым состоянием

4. Темы курсовых работ

1. Термодинамическая оценка возможности твердофазного взаимодействия
2. Методы исследования термодинамики твердофазных реакций. Метод электродвижущих сил
3. Методы исследования термодинамики твердофазных реакций. Метод гетерогенных равновесий
4. Методы исследования термодинамики твердофазных реакций. Термохимические методы
5. Закономерности изменения и приближенные методы расчета энтропии
6. Закономерности изменения и приближенные методы расчета энтальпии
7. Закономерности изменения и приближенные методы расчета энергии Гиббса
8. Явления разупорядочения в кристаллах

9. Взаимодействие точечных дефектов
10. Физико-химические факторы, определяющие механизм твердофазных реакций
11. Механизмы твердофазных превращений без изменения состава
12. Основные понятия и методы изучения кинетики твердофазных реакций
13. Кинетические модели и уравнения изотермической кинетики
14. Энергия активации твердофазных реакций
15. Природа активного состояния твердых тел
16. Способы оценки активного состояния твердых тел
17. Активирование твердофазных реагентов изменением их химической и термической предыстории
18. Активирование твердых фаз введением микродобавок
19. Механическое активирование индивидуальных реагентов и их смесей
20. Активирование реакционных смесей в процессе твердофазного взаимодействия

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.

5. 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.