

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 13.03.2024 13:35:02  
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  
«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ И РАСЧЕТНЫЕ МЕТОДЫ**  
**В ИССЛЕДОВАНИИ ФАЗОВЫХ РАВНОВЕСИЙ**

Специальность

**04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия**

Специализация

**Химия материалов**

Квалификация

**Химик. Преподаватель химии**

Форма обучения

**Очная**

Факультет **химии веществ и материалов**

Кафедра **физико-химического конструирования функциональных материалов**

Санкт-Петербург

2023

**Б1.В.11**

## **ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ**

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы .....	04
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.....	05
3. Объем дисциплины .....	05
4. Содержание дисциплины.....	06
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.....	06
4.2. Формирование индикаторов достижения компетенций разделами дисциплины...	07
4.3. Занятия лекционного типа.....	07
4.4. Занятия семинарского типа.....	08
4.4.1. Семинары, практические занятия .....	08
4.4.2. Лабораторные занятия.....	10
4.5. Самостоятельная работа обучающихся.....	10
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	11
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации .....	11
7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины .....	12
8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.....	12
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины .....	13
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.....	13
10.1. Информационные технологии.....	13
10.2. Программное обеспечение.....	13
10.3. Базы данных и информационные справочные системы.....	13
11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы .....	14
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 специалитета обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
<b>ПК-2</b> Способен выбирать обоснованные подходы к анализу связи «состав-строение-свойства» и конструированию неорганических и композиционных материалов с заданными функциональными свойствами	<b>ПК-2.5</b> Получение и обработка результатов физико-химического анализа многокомпонентной системы	<b>Знать:</b> терминологию и понятийный аппарат химической термодинамики, современные компьютерные средства получения и обработки результатов эксперимента (ЗН-1); <b>Уметь:</b> анализировать адекватность результатов экспериментального и/или расчетного исследования выбранной системы (У-1); <b>Владеть:</b> навыками прогнозирования поведения химической системы при изменении внешних условий (Н-1).

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений (Б1.В.11), и изучается на 4 курсе в 7 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Математические методы в химии материалов», «Рентгеновские методы исследования».

Полученные в процессе изучения дисциплины «Экспериментальные и расчетные методы в исследовании фазовых равновесий» знания, умения и навыки могут быть использованы при изучении дисциплины «Магнитные свойства материалов», в научно-исследовательской работе, при прохождении производственной практики, а также при выполнении выпускной квалификационной работы.

## 3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, ЗЕ/академ. часов
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b> (зачетных единиц/ академических часов)	<b>5/ 180</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>116</b>
занятия лекционного типа	36
занятия семинарского типа, в т.ч.	72
семинары, практические занятия (в том числе практическая подготовка)	36 (-)
лабораторные работы (в том числе практическая подготовка)	36 (18)
курсовое проектирование (КР или КП)	8
КСР	-
другие виды контактной работы	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>28</b>
<b>Форма текущего контроля</b> (Кр, реферат, РГР, эссе)	-
<b>Форма промежуточной аттестации</b> (КР, КП, зачет, экзамен)	<b>КР, Экзамен/36</b>

#### 4. Содержание дисциплины.

##### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, академ. часы	Занятия семинарского типа, академ. часы		Самостоятельная работа, академ. часы	Формируемые компетенции	Формируемые индикаторы
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы			
1	Введение в дисциплину. Постулаты и законы термодинамики	2	2	-	2	ПК-2	ПК-2.5
2	Устойчивость фаз. Энергия Гиббса	4	4	-	2	ПК-2	ПК-2.5
3	Химический потенциал. Парциальные мольные свойства	4	4	-	2	ПК-2	ПК-2.5
4	Фазовые диаграммы одно-, двух- и трехкомпонентных систем	4	4	-	2	ПК-2	ПК-2.5
5	Термодинамические функции смещения	4	4	-	2	ПК-2	ПК-2.5
6	Основные методы экспериментального изучения фазовых равновесий в многокомпонентных системах	2	2	4	4	ПК-2	ПК-2.5
7	Применение расчетных методов к исследованию фазовых равновесий	4	4	8	4	ПК-2	ПК-2.5
8	Основные подходы к решению обратной задачи термодинамики	4	4	8	4	ПК-2	ПК-2.5
9	Основные подходы к решению прямой задачи термодинамики	4	4	8	4	ПК-2	ПК-2.5
10	Методы оптимизация фазовых диаграмм	4	4	8	2	ПК-2	ПК-2.5
<b>ИТОГО</b>		36	36	36	28	ПК-2	ПК-2.5

#### 4.2. Формирование индикаторов достижения компетенций разделами дисциплины

№ п/п	Код индикаторов достижения компетенции	Наименование раздела дисциплины
1	ПК-2.5	<p>Введение в дисциплину. Постулаты и законы термодинамики</p> <p>Устойчивость фаз. Энергия Гиббса.</p> <p>Химический потенциал. Парциальные мольные свойства.</p> <p>Фазовые диаграммы одно-, двух- и трехкомпонентных систем.</p> <p>Термодинамические функции смешения.</p> <p>Основные методы экспериментального изучения фазовых равновесий в многокомпонентных системах.</p> <p>Применение расчетных методов к исследованию фазовых равновесий.</p> <p>Основные подходы к решению обратной задачи термодинамики.</p> <p>Основные подходы к решению прямой задачи термодинамики.</p> <p>Методы оптимизация фазовых диаграмм.</p>

#### 4.3. 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

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

#### 4.4. Занятия семинарского типа.

##### 4.4.1. Семинары, практические занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в том числе на практическую подготовку	
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 точки.	4	-	КрСт



№ раздела дисциплин ы	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в том числе на практическую подготовку	
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. Синхронный термический 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 изучении фазовых взаимоотношений в многокомпонентных системах.	4	-	Т
9	Основные подходы к решению прямой задачи термодинамики. Постановка задачи. Выбор критериальной базы и метода решения.	4	-	Т

№ раздела дисциплин ы	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Иновационная форма
		всего	в том числе на практическую подготовку	
10	Методы оптимизация фазовых диаграмм. Выбор критериев оптимизации, экспертная оценка вклада исходных данных, модели и метода решения.	4	-	Т

#### 4.4.2. Лабораторные работы

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

#### 4.5. 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	10	Устный опрос №2
3	Методы оптимизация фазовых диаграмм	8	Устный опрос №3

## **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**

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме защиты курсовой работы и экзамена.

Экзамен предусматривает выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуются теоретическими вопросами (заданиями).

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.

Результаты освоения дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций достигнут пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе – оценка «удовлетворительно».

## 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. - ISBN 978-5-8114-1605-9.

### 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. // СПбГТИ. Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 14.05.2023). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.
2. Типовые расчеты по физической и коллоидной химии : Учебное пособие / А. Н. Васюкова, О. П. Задачаина, Н. В. Насонова, Л. И. Перепёлкина. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2022. - 140 с. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-1605-9 : // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 16.03.2022). - Режим доступа: по подписке.

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

Интернет-ресурсы: проводить поиск в различных системах, таких как [www.yandex.ru](http://www.yandex.ru), [www.google.ru](http://www.google.ru), [www.rambler.ru](http://www.rambler.ru), [www.yahoo.ru](http://www.yahoo.ru) и использовать материалы сайтов, рекомендованных преподавателем на лекционных занятиях.

С компьютеров института открыт доступ к:  
<http://media.technolog.edu.ru> Учебный план, РПД и учебно-методические материалы.

Электронно-библиотечные системы:

- <https://technolog.bibliotech.ru> «Электронный читальный зал – БиблиоТех»;
- <http://e.lanbook.com> - Электронно-библиотечная система издательства «Лань», коллекции «Химия» (книги издательств «Лань», «Бином»), «Нанотехнологии» (книги издательства «Бином. Лаборатория знаний»);
- [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru) - eLIBRARY - научная электронная библиотека периодических изданий;
- [www.scopus.com](http://www.scopus.com) - База данных рефератов и цитирования Scopus издательства Elsevier;
- <http://webofknowledge.com> - Универсальная реферативная база данных научных публикаций Web of Science компании Thomson Reuters;
- <http://iopscience.iop.org/journals?type=archive>, <http://iopscience.iop.org/page/subjects> - Издательство IOP (Великобритания);
- [www.oxfordjournals.org](http://www.oxfordjournals.org) - Архив научных журналов издательства Oxford University Press;
- <http://www.sciencemag.org/> - Полнотекстовый доступ к журналу Science (The American Association for the Advancement of Science (AAAS));
- <http://www.nature.com> - Доступ к журналу Nature (Nature Publishing Group);
- <http://pubs.acs.org> - Доступ к коллекции журналов Core + издательства American Chemical Society;

<http://journals.cambridge.org> - Полнотекстовый доступ к коллекции журналов Cambridge University Press.

## **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:

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.

СТО СПбГТИ 020-2011. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лабораторные 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.

СТО СПбГТИ(ГУ) 044-2012. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Курсовой проект. Курсовая работа. Общие требования.

СТП СПбГТИ 016-2015. КС УКДВ. Порядок проведения зачетов и экзаменов.

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 приходиться, имея знания 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 слайд-презентаций;

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС.

### **10.2. Программное обеспечение.**

– пакеты прикладных программ стандартного набора Microsoft Office, MathCad, Origin, CurveExpert;

– программный комплекс для построения фазовых диаграмм по термодинамическим данным PhDi;

– программы обработки и расшифровки рентгенограмм PDWin, SineTheta, MaudB PowDLL, Vesta;

### **10.3. Базы данных и информационные справочные системы.**

– База данных журналов РИНЦ;

– Электронная база данных термодинамических констант веществ «ТКВ». Доступна онлайн <http://http://www.chem.msu.ru/cgi-bin/tkv.pl>;

– База данных термодинамических величин IvTanThermo;

– База данных порошковых дифрактограмм PDF2-2012;

– База данных порошковых дифрактограмм COD.

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

**Учебная аудитория для проведения лекционных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.**

Основное оборудование: столы; стулья; доска; демонстрационный экран, проектор, компьютер.

**Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа.**

Основное оборудование: столы; стулья; доска; демонстрационный экран; проектор; компьютер; специализированная мебель, дистиллятор, шкафы вытяжные, холодильник, центрифуги, ультразвуковой диспергатор, магнитные мешалки, электрические мешалки, печь муфельная SNOL 6.2, печь муфельная Nabertherm1800, шкаф сушильный Binder ED53, шкаф сушильный LOIP350, ультразвуковой диспергатор, весы аналитические OHAUS-200, автоклавы лабораторные с тефлоновыми тиглями; рентгеновский дифрактометр XRD-7000 (Shimadzu), высокотемпературная камера НТК-1200N (Anton Paar).

**Помещение для самостоятельной работы.**

Основное оборудование: столы; стулья; проектор; экран; компьютеры с доступом к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».

## **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.

**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 <sup>1</sup>	Этап формирования <sup>2</sup>
ПК-2	<b>Способен выбирать обоснованные подходы к анализу связи «состав-строение-свойства» и конструированию неорганических и композиционных материалов с заданными функциональными свойствами</b>	промежуточный

<sup>1</sup> **Жирным шрифтом** выделяется та часть компетенции, которая формируется в ходе изучения данной дисциплины (если компетенция осваивается полностью, то фрагменты не выделяются).

<sup>2</sup> Этап формирования компетенции выбирается по п. 2 РПД и учебному плану (начальный – если нет предшествующих дисциплин, итоговый – если нет последующих дисциплин (или компетенция не формируется в ходе практики или ГИА), промежуточный - все другие)

## 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)
<p><b>ПК-2.5</b> Получение и обработка результатов физико-химического анализа многокомпонентной системы</p>	<p>Дает определения основным понятиям химической термодинамики, <b>называет</b> основные принципы идентификации кристаллических фаз, <b>перечисляет</b> возможности и ограничение современных физико-химических методов анализа, <b>записывает</b> основные постулаты и законы химической термодинамики, <b>перечисляет</b> современные компьютерные средства получения и обработки результатов эксперимента (ЗН-1)</p>	<p>Правильные ответы на вопросы №1-9 к экзамену, защита курсовой работы</p>	<p>Дает определения основным понятиям химической термодинамики, называет основные принципы идентификации кристаллических фаз, перечисляет возможности и ограничение современных физико-химических методов анализа, записывает основные постулаты и законы химической термодинамики, перечисляет современные компьютерные средства получения и обработки результатов эксперимента с ошибками.</p>	<p>Дает определения основным понятиям химической термодинамики, называет основные принципы идентификации кристаллических фаз, перечисляет возможности и ограничение современных физико-химических методов анализа, записывает основные постулаты и законы химической термодинамики, перечисляет современные компьютерные средства получения и обработки результатов эксперимента с помощью наводящих вопросов.</p>	<p>Дает определения основным понятиям химической термодинамики, называет основные принципы идентификации кристаллических фаз, перечисляет возможности и ограничение современных физико-химических методов анализа, записывает основные постулаты и законы химической термодинамики, перечисляет современные компьютерные средства получения и обработки результатов эксперимента. Может применить эти знания для решения своих научно-исследовательских задач.</p>



Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
	<b>Анализирует</b> адекватность результатов экспериментального и/или расчетного исследования, <b>объясняет</b> выбор метода исследования исходя из поставленной в работе задачи, <b>отвечает на дополнительные вопросы</b> по обработке экспериментальных данных (У-1)	Правильные ответы на вопросы № 10-21 к экзамену, защита курсовой работы	С ошибками анализирует адекватность результатов экспериментального и/или расчетного исследования, объясняет выбор метода исследования исходя из поставленной в работе задачи, отвечает на дополнительные вопросы по обработке экспериментальных данных.	Анализирует адекватность результатов экспериментального и/или расчетного исследования, объясняет выбор метода исследования исходя из поставленной в работе задачи, отвечает на дополнительные вопросы по обработке экспериментальных данных с небольшими подсказками преподавателя.	Уверенно и без ошибок анализирует адекватность результатов экспериментального и/или расчетного исследования, объясняет выбор метода исследования исходя из поставленной в работе задачи, отвечает на дополнительные вопросы по обработке экспериментальных данных. Способен самостоятельно анализировать результаты своих научно-исследовательских задач.
	<b>Показывает</b> навыки работы с программными комплексами по обработке результатов дифракционного исследования, <b>демонстрирует</b> навыки работы с современными базами данных термодинамических свойств	Защита курсовой работы	Слабо ориентируется в работе с программными комплексами по обработке результатов дифракционного исследования, в демонстрации навыков работы с	Демонстрирует навыки в работе с программными комплексами по обработке результатов дифракционного исследования, в демонстрации навыков работы с	Без ошибок демонстрирует навыки в работе с программными комплексами по обработке результатов дифракционного исследования, в демонстрации навыков работы с современными

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
	индивидуальных химических веществ, навыки самостоятельной работы на современном аналитическом оборудовании, выполняет алгоритм решения прямой и обратной задачи термодинамики фазовых равновесий (Н-1)		современными базами данных термодинамических свойств индивидуальных химических веществ, в навыках самостоятельной работы на современном аналитическом оборудовании, не выполняет алгоритм решения прямой и обратной задачи термодинамики фазовых равновесий.	современными базами данных термодинамических свойств индивидуальных химических веществ, в навыках самостоятельной работы на современном аналитическом оборудовании, выполняет алгоритм решения прямой и обратной задачи термодинамики фазовых равновесий с небольшими ошибками.	базами данных термодинамических свойств индивидуальных химических веществ, в навыках самостоятельной работы на современном аналитическом оборудовании, выполняет алгоритм решения прямой и обратной задачи термодинамики фазовых равновесий.

**3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации**  
**Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента**  
**по компетенции ПК-2:**

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

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

**4. Темы курсовых работ:**

1. Термические уравнения состояния (общее понятие). Термическое уравнение для твердых тел. Термические коэффициенты
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. Термодинамическая оценка возможности твердофазного взаимодействия
6. Закономерности изменения и приближенные методы расчета энтропии
7. Закономерности изменения и приближенные методы расчета энтальпии
8. Закономерности изменения и приближенные методы расчета энергии Гиббса
9. Явления разупорядочения в кристаллах
10. Взаимодействие точечных дефектов
11. Физико-химические факторы, определяющие механизм твердофазных реакций
12. Механизмы твердофазных превращений без изменения состава
13. Основные понятия и методы изучения кинетики твердофазных реакций

14. Кинетические модели и уравнения изотермической кинетики
15. Энергия активации твердофазных реакций
16. Природа активного состояния твердых тел
17. Способы оценки активного состояния твердых тел
18. Активирование твердофазных реагентов изменением их химической и термической предыстории
19. Активирование твердых фаз введением микродобавок
20. Связь диаграмм  $G$ -х с диаграммами  $T$ -х ( $p = \text{const}$ ) для двухкомпонентных систем
21. Механическое активирование индивидуальных реагентов и их смесей
22. Активирование реакционных смесей в процессе твердофазного взаимодействия

**5. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций.**

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

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме защиты курсовой работы и экзамена.

Шкала оценивания на экзамене балльная («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»).