

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»



УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор

А.В. Толстикова

29.06.2022 г.

**ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФАЗОВЫХ РАВНОВЕСИЙ В СИСТЕМАХ СОЕДИНЕНИЙ
РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ**

Рабочая программа

для обучающихся по научной специальности 1.4.4. Физическая химия
форма обучения (очная)

Монина Л.Н., Андреев О.В. Закономерности фазовых равновесий в системах соединений редкоземельных элементов. Рабочая программа для обучающихся по научной специальности 1.4.4. Физическая химия, форма обучения (очная). Тюмень, 2022.

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями ФГТ к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов). Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20 октября 2021 г. № 951.

Рабочая программа дисциплины «Закономерности фазовых равновесий в системах соединений редкоземельных элементов» опубликована на сайте ТюмГУ: [электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.utmn.ru/sveden/education/#>.

1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)

Дисциплина «Закономерности фазовых равновесий в системах соединений редкоземельных элементов» дает ответы на вопросы как изменяется состав химических соединений и их структура при различии свойств компонентов, энергетических и геометрических характеристик атомов, ионов; как изменяются геометрические характеристики фазовых диаграмм при монотонном изменении свойств и характеристик компонентов.

Целью изучения дисциплины «Закономерности фазовых равновесий в системах соединений редкоземельных элементов» является формирование у аспирантов системы знаний по закономерностям фазовых равновесиям в системах соединений редкоземельных элементов и их использование в научно-исследовательской работе.

Задачи изучения дисциплины заключаются в формировании у аспирантов умения теоретического и практического использования системы знаний по следующим темам дисциплины:

- электронное строение редкоземельных элементов;
- закономерности фазовых равновесий в системах $\text{Ln} - \text{S}$, $\text{Ln} - \text{Se}$ ($\text{Ln} = \text{La} - \text{Lu}$, Y , Sc);
- типы фазовых диаграмм систем $\text{AS} - \text{Ln}_2\text{S}_3$ ($\text{A} = \text{Mg}$, Ca , Sr , Ba);
- закономерности фазовых равновесий в системах $\text{AS} - \text{Ln}_2\text{S}_3$ ($\text{A} = \text{Mg}$, Ca , Sr , Ba), построение компьютерной модели трансформации фазовых диаграмм систем;
- закономерности фазовых равновесий в системах $\text{Cu}_2\text{S} - \text{Ln}_2\text{S}_3$;
- закономерности фазовых равновесий в системах $\text{AS} - \text{Ln}_2\text{S}_3$ ($\text{A} = \text{Mn}$, Fe);
- закономерности фазовых равновесий в системах $\text{Sc}_2\text{S}_3 - \text{Ln}_2\text{S}_3$;
- закономерности фазовых равновесий в системах $\text{EuS} - \text{Ln}_2\text{S}_3$.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины (модуля)

Компетенции, формируемые в процессе освоения дисциплины:

ПК-11 - способность использовать современную научную аппаратуру и методы, используемые при выполнении научных исследований в области физической химии (газовая и жидкостная хроматография, ИК-, УФ-, ЯМР-спектроскопия и масс-спектрометрия, электронная микроскопия, рентгенофазовый анализ, физико-химический анализ; методы математического моделирования и статистической обработки данных).

В результате освоения дисциплины **обучающийся должен:**

Знать все основные данные по темам дисциплины; особенности электронного строения редкоземельных элементов; виды закономерностей в ряду редкоземельных элементов и причины их проявления; периодическое изменение свойств, геометрических характеристик атомов, ионов редкоземельных элементов; основные научные школы, работающие в области изучения фазовых равновесий в рядах соединений редкоземельных соединений.

Уметь критически анализировать имеющиеся достижения и формулировать проблемы современных исследований; оценивать уровень исследований фазовых равновесий в системах соединений редкоземельных элементов; формулировать актуальные тематики исследований; творчески подходить к исследованию фазовых равновесий; выделить конкретный объект исследований, сформулировать цель и задачи исследований; рационально планировать процесс изучения объекта исследований; обобщать результаты исследований; применять основные законы химии к обсуждению полученных результатов; сопоставлять полученные результаты с имеющимися данными по фазовым равновесиям в системах соединений редкоземельных соединений; систематизировать и критически анализировать новые научные знания; сформулировать 2-3 темы научно-исследовательских и проектно-исследовательских работ для студентов младших курсов и спланировать их выполнение, осуществить текущее руководство, оказать помощь студентам в обобщении результатов опытов и их представлении; обобщать результаты исследований, представлять их в виде публикаций, презентаций, уметь доложить как на научном семинаре, так и на занятии со студентами.

Владеть навыками работы с литературными источниками (в т.ч. статьями, авторефератами диссертаций, тезисами докладов конференций, монографиями) по тематике изучения фазовых равновесий в системах редкоземельных элементов; выявления закономерностей изменения геометрических характеристик фазовых диаграмм и свойств фаз.

3. Структура и объем дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы	Всего часов (академические часы)	Часов в семестре (академические часы)
		4 семестр
Общий объем	3	3
зач. ед. час	108	108
Из них:		
Часы аудиторной работы (всего):	22	22
Лекции	12	12
Практические занятия	10	10
Лабораторные / практические занятия по подгруппам	-	-
Часы внеаудиторной работы, включая самостоятельную работу обучающегося	50	50
Вид промежуточной аттестации - дифференцированный зачет	36	Дифференцированный зачет 36

4. Система оценивания

По окончании изучения курса обучающийся сдает дифференцированный зачет, который является обязательным для всех. Оценивание по 5-балльной шкале. Зачет сдается в устном формате.

5. Содержание дисциплины

5.1. Тематический план дисциплины

Таблица 2

№ п/ п	Наименование тем и/или разделов	Объем дисциплины (модуля), час.				
		Всего	Виды аудиторной работы (академические часы)			Иные виды контактной работы
			Лекции	Практиче- ские занятия	Лабораторные / практические занятия по подгруппам	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Электронное строение редкоземельных элементов, внутренняя периодичность	4	2	2	0	0
2.	Закономерности фазовых равновесий в системах AS - Ln ₂ S ₃ (A = Mg, Ca, Sr, Ba)	2	2	0	0	0
3.	Закономерности фазовых равновесий в системах Cu ₂ S – Ln ₂ S ₃	4	2	2	0	0
4.	Закономерности фазовых равновесий в системах AS – Ln ₂ S ₃ (A = Mn, Fe)	4	2	2	0	0

5.	Закономерности фазовых равновесий в системах $Sc_2S_3 - Ln_2S_3$	4	2	2	0	0
6.	Закономерности фазовых равновесий в системах $EuS - Ln_2S_3$	4	2	2	0	0
7.	Дифференцированный зачет	36	0	0	0	36
	Итого (часов)	58	12	10	0	36

5.2. Содержание дисциплины (модуля) по темам

Основные разделы:

1. Электронное строение редкоземельных элементов, внутренняя периодичность.

Положение РЗЭ в периодической системе. Электронное строение РЗЭ и проявляемые валентности. Иттрий и скандий: схожесть и различие свойств с РЗЭ, положение в ряду РЗЭ. Непрерывные и периодические зависимости, проявляющиеся в ряду РЗЭ и их соединений. Внутренняя периодичность, цериевая и иттриевая подгруппы. Гадолиниевый излом. Тетрадный эффект: сущность, проявление в ряду РЗЭ и соединений РЗЭ.

Методы изучения тугоплавких систем $Ln - S$ и $Ln - Se$. Термически устойчивые и термически диссоциирующие фазы. Критический анализ имеющихся фазовых диаграмм систем и оценка их достоверности. Непрерывная и периодические зависимости, проявляющиеся в рядах фазовых диаграмм систем. Ряды изоформульных соединений в системах. Типы фазовых диаграмм систем $Ln - S$, $Ln - Se$ и их взаимосвязь с электронным строением РЗЭ, проявлением внутренней периодичности, тетрадного эффекта. Возможности построения компьютерной модели трансформации фазовых диаграмм. Закономерности взаимодействия в рядах систем, подобия и отличия. Прогноз диаграмм малоизученных систем. Методы получения образцов фаз в системах: метод направленной кристаллизации, керамический метод. Перспективы использования сульфидных и селенидных фаз РЗЭ.

2. Закономерности фазовых равновесий в системах $AS - Ln_2S_3$ ($A = Mg, Ca, Sr, Ba$).

Составы и структуры соединений в системах $AS - Ln_2S_3$. Изменение кристаллохимических и физико-химических характеристик соединений как функции ионного радиуса редкоземельных элементов. Область твёрдых растворов $Ln_2S_3 - ALn_2S_4$ со структурой типа Th_3P_4 . Влияние геометрического и энергетического факторов на устойчивость твёрдого раствора. Катионно-неупорядоченные и катионно-упорядоченные структуры. Кислотно-основная природа сложных соединений: тиосоли и двойные соли. Типы фазовых диаграмм систем $AS - Ln_2S_3$ ($A = Mg, Ca, Sr, Ba$): эвтектического типа, с образованием области твёрдого раствора $Ln_2S_3 - ALn_2S_4$, с образованием сложных сульфидов. Взаимосвязь типа фазовой диаграммы и кислотно-основных свойств простых сульфидов.

Закономерности изменения физико-химических характеристик сложных сульфидов. Закономерности фазовых равновесий в системах $AS - Ln_2S_3$ в рядах щелочноземельных и редкоземельных элементов. Генеалогическое родство фазовых диаграмм систем $AS - Ln_2S_3$. Факторы, определяющие трансформацию диаграмм. Элементы подобия диаграмм и области трансформации. Математическая аппроксимация фазовых диаграмм и построение компьютерной модели. Прогноз фазовых диаграмм малоизученных систем.

3. Закономерности фазовых равновесий в системах $Cu_2S - Ln_2S_3$.

Составы и структуры фаз, образующихся в системах. Физико-химическая природа соединений: дальтони́ды, бертоллиды. Возможные пути возникновения бертоллидов в системах. Полиморфизм соединений. Сходство и различие структур полиморфных модификаций простых и сложных сульфидов. Закономерности изменения структур полиморфных модификаций с повышением температуры. Фазовые диаграммы систем. Типы фазовых диаграмм. Непрерывная и периодические зависимости в изменении фазовых равновесий в ряду систем. Возможность построения компьютерной модели трансформации фазовых диаграмм. Оценка достоверности сведений по фазовым равновесиям. Прогноз фазовых диаграмм малоизученных систем.

4. Закономерности фазовых равновесий в системах $AS - Ln_2S_3$ ($A = Mn, Fe$).

Физико-химические характеристики атомов, ионов марганца и железа, соединений MnS, FeS . Составы и структуры сложных сульфидов в системах $AS - Ln_2S_3$ ($A = Mn, Fe$). Области существования сложных сульфидов в рядах систем. Стабильные и метастабильные

фазы. Влияние примесных добавок на условия существования сложных сульфидов, вид фазовой диаграммы системы. Типы фазовых диаграмм систем. Закономерности трансформации фазовых равновесий в рядах систем. Подобие и различие в фазовых равновесиях в рядах систем. Причины подобий и отличий. Закономерности фазовых равновесий в системах и соотношение кислотно-основных свойств простых сульфидов. Формула, выражающая кислотность сульфидов. Степень кислотности. Шкала кислотности сульфидов. Корреляция между типами фазовых диаграмм систем и соотношением кислотно-основных исходных сульфидов.

5. Закономерности фазовых равновесий в системах $\text{Sc}_2\text{S}_3 - \text{Ln}_2\text{S}_3$.

Соотношение физико-химических характеристик скандия и лантанойдов, соединений Sc_2S_3 и Ln_2S_3 . Степень кислотности сульфидов Sc_2S_3 и Ln_2S_3 . Прогноз фазообразований в системах $\text{Sc}_2\text{S}_3 - \text{Ln}_2\text{S}_3$.

6. Закономерности фазовых равновесий в системах $\text{EuS} - \text{Ln}_2\text{S}_3$.

Валентные состояния европия. Химическая связь, структура, свойства моносulfида европия. Фазообразование и смена типа фазовых диаграмм системах $\text{EuS} - \text{Ln}_2\text{S}_3$.

Тематика практических занятий:

1. Закономерности фазовых равновесий в системах $\text{Ln} - \text{S}$, $\text{Ln} - \text{Se}$ ($\text{Ln} = \text{La} - \text{Lu}$, Y , Sc).
2. Закономерности фазовых равновесий в системах $\text{Cu}_2\text{S} - \text{Ln}_2\text{S}_3$.
3. Закономерности фазовых равновесий в системах $\text{AS} - \text{Ln}_2\text{S}_3$ ($\text{A} = \text{Mn}$, Fe).
4. Закономерности фазовых равновесий в системах $\text{Sc}_2\text{S}_3 - \text{Ln}_2\text{S}_3$.
5. Закономерности фазовых равновесий в системах $\text{EuS} - \text{Ln}_2\text{S}_3$.

6. Учебно-методическое обеспечение и планирование самостоятельной работы обучающихся

Таблица 3

№ темы	Темы	Формы СРС, включая требования к подготовке к занятиям
1.	Электронное строение редкоземельных элементов, внутренняя периодичность	Проработка лекций, чтение обязательной и дополнительной литературы.
2.	Закономерности фазовых равновесий в системах $\text{AS} - \text{Ln}_2\text{S}_3$ ($\text{A} = \text{Mg}$, Ca , Sr , Ba)	
3.	Закономерности фазовых равновесий в системах $\text{Cu}_2\text{S} - \text{Ln}_2\text{S}_3$	Подготовка к практическим занятиям, устному опросу.
4.	Закономерности фазовых равновесий в системах $\text{AS} - \text{Ln}_2\text{S}_3$ ($\text{A} = \text{Mn}$, Fe)	
5.	Закономерности фазовых равновесий в системах $\text{Sc}_2\text{S}_3 - \text{Ln}_2\text{S}_3$	Работа в библиографических базах данных, подбор к семинару 2-3 статей по тематике занятия
6.	Закономерности фазовых равновесий в системах $\text{EuS} - \text{Ln}_2\text{S}_3$	
7.	Дифференцированный зачет	Устное собеседование по вопросам билета

7. Промежуточная аттестация по дисциплине (модулю)

7.1 Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

По дисциплине предусмотрен дифференцированный зачет. Оценивание по 5-балльной шкале. Зачет сдается в устном формате. Зачетное занятие является обязательным для всех.

В билете:

- 3 теоретических вопроса, максимум за ответ на каждый вопрос - 1 балл;
- анализ 2-х любых выбранных статей из библиографических баз (*WoS*, *Scopus*, *e-library*, *Springer*) по тематике изучения фазовых равновесий и выявления закономерностей в рядах различных систем (отличаются от статей, разобранных на практических занятиях). Максимум за анализ каждой статьи - 1 балл.

Время на подготовку ответа - не более 40 минут. Процедура проведения зачета предусматривает дополнительные вопросы, ответы на которые обучающийся дает без времени на подготовку.

Вопросы к дифференцированному зачету (формируют 1-3 вопросы билета):

1. Положение РЗЭ в периодической системе. Электронное строение РЗЭ и проявляемые валентности.
2. Иттрий и скандий: схожесть и различие свойств с РЗЭ, положение в ряду РЗЭ.
3. Непрерывные и периодические зависимости, проявляющиеся в ряду РЗЭ и их соединений.
4. Внутренняя периодичность, цериевая и иттриевая подгруппы.
5. Гадолиниевый излом. Тетрадный эффект: сущность, проявление в ряду РЗЭ и соединений РЗЭ.
6. Термически устойчивые и термически диссоциирующие фазы. Методы изучения тугоплавких систем $L_n - S$ и $L_n - Se$.
7. Непрерывная и периодические зависимости, проявляющиеся в рядах фазовых диаграмм систем.
8. Типы фазовых диаграмм систем $L_n - S$, $L_n - Se$ и их взаимосвязь с электронным строением РЗЭ, проявлением внутренней периодичности, тетрадного эффекта.
9. Ряды изоформульных соединений в системах $L_n - S$, $L_n - Se$.
10. Закономерности взаимодействия в системах $L_n - S$, $L_n - Se$. Прогноз диаграмм малоизученных систем.
11. Перспективы использования сульфидных и селенидных фаз РЗЭ.
12. Составы и структуры соединений в системах $AS - Ln_2S_3$.
13. Изменение кристаллохимических и физико-химических характеристик соединений в системах соединений РЗЭ как функции ионного радиуса редкоземельных элементов.
14. Область твёрдых растворов $Ln_2S_3 - ALn_2S_4$ со структурой типа Th_3P_4 .
15. Катионно-неупорядоченные и катионно-упорядоченные структуры фаз в системах $AS - Ln_2S_3$.
16. Влияние геометрического и энергетического факторов на устойчивость твёрдого раствора со структурой типа фторида тория.
17. Типы фазовых диаграмм систем $AS - Ln_2S_3$ ($A = Mg, Ca, Sr, Ba$): эвтектического типа, с образованием области твёрдого раствора $Ln_2S_3 - ALn_2S_4$, с образованием сложных сульфидов.
18. Кислотно-основная природа сложных соединений: тиосоли и двойные соли.
19. Взаимосвязь типа фазовой диаграммы системы $AS - Ln_2S_3$ и кислотно-основных свойств простых сульфидов.
20. Закономерности фазовых равновесий в системах $AS - Ln_2S_3$ в рядах щелочноземельных и редкоземельных элементов.
21. Закономерности изменения физико-химических характеристик сложных сульфидов.
22. Генеалогическое родство фазовых диаграмм систем $AS - Ln_2S_3$. Факторы, определяющие трансформацию диаграмм.
23. Математическая аппроксимация фазовых диаграмм систем $AS - Ln_2S_3$ и построение компьютерной модели. Прогноз фазовых диаграмм малоизученных систем.
24. Физико-химическая природа соединений в системах $Cu_2S - Ln_2S_3$: дальтониды, бертоллиды.
25. Сходство и различие структур полиморфных модификаций простых и сложных сульфидов в системах $Cu_2S - Ln_2S_3$.
26. Закономерности изменения структур полиморфных модификаций сложных сульфидов в системах $Cu_2S - Ln_2S_3$.
27. Типы фазовых диаграмм в системах $Cu_2S - Ln_2S_3$.
28. Непрерывная и периодические зависимости в изменении фазовых диаграмм систем $Cu_2S - Ln_2S_3$.

29. Возможность построения компьютерной модели трансформации фазовых диаграмм систем $\text{Cu}_2\text{S} - \text{Ln}_2\text{S}_3$.

30. Физико-химические характеристики атомов, ионов марганца и железа, соединений MnS , FeS .

31. Составы и структуры сложных сульфидов в системах $\text{AS} - \text{Ln}_2\text{S}_3$ ($A = \text{Mn}, \text{Fe}$).

32. Области существования сложных сульфидов в рядах систем $\text{AS} - \text{Ln}_2\text{S}_3$ ($A = \text{Mn}, \text{Fe}$).

33. Типы фазовых диаграмм систем $\text{AS} - \text{Ln}_2\text{S}_3$ ($A = \text{Mn}, \text{Fe}$).

34. Закономерности трансформации фазовых равновесий в рядах систем $\text{AS} - \text{Ln}_2\text{S}_3$ ($A = \text{Mn}, \text{Fe}$).

35. Закономерности фазовых равновесий в системах $\text{AS} - \text{Ln}_2\text{S}_3$ ($A = \text{Mn}, \text{Fe}$) и соотношение кислотно-основных свойств простых сульфидов.

36. Формула, выражающая кислотность сульфидов. Степень кислотности. Шкала кислотности сульфидов.

37. Корреляция между типами фазовых диаграмм систем $\text{AS} - \text{Ln}_2\text{S}_3$ ($A = \text{Mn}, \text{Fe}$) и соотношением кислотно-основных исходных сульфидов.

38. Соотношение физико-химических характеристик скандия и лантанойдов, соединений Sc_2S_3 и Ln_2S_3 .

39. Закономерности фазовых равновесий в системах $\text{Sc}_2\text{S}_3 - \text{Ln}_2\text{S}_3$.

40. Степень кислотности сульфидов Sc_2S_3 и Ln_2S_3 и типы фазовых диаграмм систем $\text{Sc}_2\text{S}_3 - \text{Ln}_2\text{S}_3$.

41. Прогноз фазообразований в малоизученных системах $\text{Sc}_2\text{S}_3 - \text{Ln}_2\text{S}_3$.

42. Закономерности изменения типа фазовых диаграмм в ряду систем $\text{EuS} - \text{Ln}_2\text{S}_3$.

Критерии оценки результатов дифференцированного зачета

Оценка «**отлично**» ставится при соблюдении следующих условий:

- даны исчерпывающие ответы на все вопросы билета;
- грамотное и правильное использование в ответах химической и общенаучной терминологии;
- безошибочное знание фактического материала;
- умение связать ответ на вопрос с темой диссертационного исследования;
- логичность, связность ответа.

Оценка «**хорошо**» ставится если в ответе на все вопросы присутствуют:

- отдельные ошибки при изложении фактического материала;
- неполнота изложения вопросов билета.

Или полный ответ, с соблюдением критериев для оценки «отлично», дан на 3 вопроса билета

Оценка «**удовлетворительно**» ставится, если в ответах на все вопросы билета присутствуют:

- недостаточное использование в ответах химической и общенаучной терминологии;
- недостаточное владение категориальным аппаратом науки;
- ошибки при изложении фактического материала;
- поверхностные знания в рамках вопросов билета;
- нарушение логичности и связности ответа.

Или полный ответ, с соблюдением критериев для оценки «отлично», дан на 2 вопроса билета.

Оценка «**неудовлетворительно**» ставится за отсутствие ответов на вопросы билета, фрагментарность знаний по тематикам дисциплины.

Анализ статьи включает определение актуальности работы, используемый понятийный аппарат, новизна исследования, используемые методики эксперимента, объяснение полученных авторами результатов, основные выводы и варианты дальнейшей проработки темы.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Основная литература:

1. Фазовые равновесия в системах сульфидов 3d-, 4f-элементов : монография / О. В. Андреев, В. Г. Бамбуров, Л. Н. Моница [и др.]. — Тюмень : ТюмГУ, 2015. — 312 с. — ISBN 978-5-7691-2429-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/109678> (дата обращения: 11.03.2022).

2. Гаркушин И.К. Физико-химический анализ в материаловедении. В 2 томах. Т.1 [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Гаркушин И.К., Сухаренко М.А., Дёмина М.А.— Электрон. текстовые данные.— Самара: Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2015.— 370 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/91805.html>.— ЭБС «IPRbooks» (дата обращения 11.03.2022).

3. Гаркушин И.К. Физико-химический анализ в материаловедении. В 2 томах. Т.2 [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Гаркушин И.К., Сухаренко М.А., Дёмина М.А.— Электрон. текстовые данные.— Самара: Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2015.— 373 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/91132.html>.— ЭБС «IPRbooks» (дата обращения 11.03.2022).

8.2. Дополнительная литература:

1. Фазовые равновесия, синтез, структура фаз в системах сульфидов 3d-, 4f-элементов [Текст] : учебное пособие / О. В. Андреев [и др.] ; Тюм. гос. ун-т, Ин-т химии. - Тюмень : Изд-во ТюмГУ, 2014. - 512 с.

3. Сикерина, Н. В. Закономерности фазовых равновесий в системах $\text{SrS-Cu}_2\text{S-Ln}_2\text{S}_3$ ($\text{Ln}=\text{La-Lu}$), получение и структура соединений SrLnCuS_3 [Электронный ресурс]: автореф. дис. ... канд. хим. наук : 02.00.04/ / Н. В. Сикерина; науч. рук. О. В. Андреев; каф. неорганической и физ. химии Тюмен. гос. ун-та. — Электрон. текстовые дан. — Тюмень, 2005. — Свободный доступ из сети Интернет (чтение). — <URL:<https://library.utmn.ru/dl/abstract/02.00.04/472.pdf>> (дата обращения 11.03.2022)

4. Русейкина, А.В. Физико-химический анализ систем $\text{Cu}_2\text{S-EuS-Ln}_2\text{S}_3$, структура и свойства EuLnCuS_3 : учебное пособие / А. В. Русейкина, О. В. Андреев; М-во образования и науки РФ, Тюм. гос. ун-т, Ин-т химии. — Тюмень: Изд-во Тюм. гос. ун-та, 2016. — 2-Лицензионный договор № 472/2017-05-02. — Доступ по паролю из сети Интернет (чтение). — URL:https://library.utmn.ru/dl/PPS/Rusejkina_Andreev_472_UP_2016.pdf (дата обращения 11.03.2022)

6. Русейкина, А.В. Структура соединений EuLnCuS_3 ($\text{Ln}=\text{La-Nd, Sm}$), фазовые диаграммы систем $\text{Cu}_2\text{S-EuS}$, $\text{EuS-Ln}_2\text{S}_3$, $\text{EuS-Ln}_2\text{S}_3\text{-Cu}_2\text{S}$ ($\text{Ln}=\text{La, Nd, Gd}$), термодинамические характеристики фазовых превращений: автореф. дис. ... канд. хим. наук : 02.00.04 : защищена 07.12.2011 [Электронный ресурс] / А. В. Русейкина ; науч. рук. О. В. Андреев; Тюм. гос. ун-т. - Защищена 07.12.2011. - Тюмень, 2011. - 21 с.; 20 см. 20 см. — Свободный доступ из сети Интернет (чтение). — <URL:<https://library.utmn.ru/dl/abstract/02.00.04/3647.pdf>> (дата обращения 11.03.2022).

7. Соловьева, А. В. Закономерности фазовых равновесий в системах AIIIS - FeS , $\text{AIIIS - FeS - Ln}_2\text{S}_3$, $\text{AIIIS - Cu}_2\text{S - Ln}_2\text{S}_3$ ($\text{AII} = \text{Mg, Sr, Ba}$; $\text{Ln} = \text{La - Lu}$): автореф. дис. ... канд. хим. наук : 02.00.04 : защищена 11.05.2012 [Электронный ресурс] / А. В. Соловьева ; науч. рук. О. В. Андреев; Тюм. гос. ун-т. - Защищена 11.05.2012. - Тюмень, 2012. - 22 с. — Свободный доступ из сети Интернет (чтение). — <URL:<https://library.utmn.ru/dl/abstract/02.00.04/3882.pdf>> (дата обращения 11.03.2022)

8. Разумкова, И. А. Термодинамико-топологический анализ систем $\text{Sc}_2\text{S}_3 - \text{Ln}_2\text{S}_3$ ($\text{Ln} = \text{La - Lu}$) и $\text{Sc}_2\text{S}_3 - \text{A}_x\text{S}_y$ ($\text{A} = \text{Ti}^{4+}, \text{Cr}^{3+}, \text{Mn}^{2+}, \text{Ni}^{2+}, \text{Cu}^+$), структуры и характеристики фаз [Электронный ресурс]: автореф. дис. ... канд. хим. наук : 02.00.04/ И. А. Разумкова ; науч. рук. О. В. Андреев; ГОУ ВПО Тюм. гос. ун-т, каф. неорганической и физической химии. - Тюмень, 2009. — Электрон. версия печ. публикации. — Свободный доступ из сети Интернет (чтение). — <URL:<https://library.utmn.ru/dl/abstract/02.00.04/2352.pdf>>. (дата обращения 11.03.2022)

9. Митрошин, О. Ю. Фазовые диаграммы, термодинамический анализ систем $\text{AS - Ln}_2\text{S}_3$, $\text{Sc}_2\text{S}_3 - \text{Ln}_2\text{S}_3$, $\text{SrS - Sc}_2\text{S}_3 - \text{Ln}_2\text{S}_3$ ($\text{A} = \text{Sr, Ba}$; $\text{Ln} = \text{La - Lu, Y, Sc}$), структура и характеристики образующихся фаз [Электронный ресурс]: автореф. дис. ... канд. хим. наук :

02.00.04/ О. Ю. Митрошин ; науч. рук. О. В. Андреев; Тюм. гос. ун-т. - Электрон. текстовые дан.. - Тюмень, 2006. — Свободный доступ из сети Интернет (чтение). — <URL:<https://library.utmn.ru/dl/abstract/02.00.04/602.pdf>>. (дата обращения 11.03.2022)

10. Елышев, А. В. Фазовые равновесия в системах $\text{Ln}'_2\text{S}_3 - \text{Ln}''_2\text{S}_3, \text{SrLn}'_2\text{S}_4 - \text{SrLn}''_2\text{S}_4$ ($\text{Ln}', \text{Ln}'' = \text{La} - \text{Lu}$): автореферат диссертации ... кандидата химических наук : 02.00.04 : защищена 28.06.2013/ А. В. Елышев ; науч. рук. О. В. Андреев; Тюм. гос. ун-т. - Защищена 28.06.2013. - Тюмень, 2013. - 22 с. — Электрон. версия печ. публикации. — Свободный доступ из сети Интернет (чтение). — <URL:https://library.utmn.ru/dl/abstract/02.00.04/Elishev%20A_V.pdf> (дата обращения 11.03.2022)

11. Харитонцев, В. Б. Фазовые равновесия в системах $\text{Ln} - \text{Ln}_2\text{Se}_3$ ($\text{Ln} = \text{Pr}, \text{Nd}, \text{Sm}, \text{Y}, \text{Er}$) и свойства фаз: автореферат диссертации ... кандидата химических наук : 02.00.04 : защищена 24.12.2013/ В. Б. Харитонцев ; науч. рук. О. В. Андреев; Тюм. гос. ун-т. - Защищена 24.12.2013. - Тюмень, 2013. - 19 с. — Свободный доступ из сети Интернет (чтение). — <URL:<https://library.utmn.ru/dl/abstract/02.00.04/Haritoncev%20VB.pdf>>. (дата обращения 11.03.2022)

8.3 Интернет-ресурсы:

Библиотека ТюмГУ: URL: <http://www.tmnlib.ru/jirbis/>

eLIBRARY – Научная электронная библиотека URL: <http://www.elibrary.ru/>

Базы библиографических данных URL.: <http://www.scopus.com/>

9. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства

MS Office, платформа для электронного обучения Microsoft Teams.

10. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины

Мультимедийная учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель, доска аудиторная, мультимедийное проекционное и акустическое оборудование, персональный компьютер.

Мультимедийная учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель, доска аудиторная, мультимедийное проекционное и акустическое оборудование, персональный компьютер.

Аудитория для самостоятельной работы оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель, доска аудиторная, мультимедийное проекционное и акустическое оборудование, персональные компьютеры.

11. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям лиц с ограниченными возможностями

В случае необходимости, обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося) могут предлагаться одни из следующих вариантов восприятия информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей, в том числе с применением электронного обучения и дистанционных технологий:

- для лиц с нарушениями зрения: в печатной форме увеличенным шрифтом; в форме электронного документа; в форме аудиофайла (перевод учебных материалов в аудиоформат); индивидуальные задания и консультации.

- для лиц с нарушениями слуха: в печатной форме; в форме электронного документа; индивидуальные задания и консультации.

- для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в печатной форме; в форме электронного документа; в форме аудиофайла; индивидуальные задания и консультации.

12. Методические рекомендации обучающимся по выполнению самостоятельной работы

Самостоятельная работа включает проработку лекций, чтение обязательной и дополнительной литературы, работу с базами библиографических данных, поиск статей по тематике практических занятий, подготовка к экзамену в форме устного собеседования.

При подготовке к экзамену рекомендуется актуализация и анализ содержания материала лекционных и практических занятий; чтение обязательной и дополнительной литературы; самостоятельный поиск информации по отдельным вопросам с использованием наукометрических баз данных.