

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



УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор

А.В. Толстикова

2022 г.

**СОСТАВ, СТРУКТУРА, СВОЙСТВА СОЕДИНЕНИЙ В СИСТЕМАХ
3d-, 4f-, p-, (F, S, O) ЭЛЕМЕНТОВ**
Рабочая программа
для обучающихся по научной специальности 1.4.1. Неорганическая химия
форма обучения (очная)

Монина Л.Н., Андреев О.В. Состав, структура, свойства соединений в системах 3d-, 4f-, p-, (F, S, O) элементов. Рабочая программа для обучающихся по научной специальности 1.4.1. Неорганическая 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 «Состав, структура, свойства соединений в системах 3d-, 4f-, p-, (F, S, O) элементов» опубликована на сайте ТюмГУ: [электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.utmn.ru/sveden/education/#>.

1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)

Целью изучения дисциплины «Состав, структура, свойства соединений в системах 3d, 4f-, p- (F, S, O) элементов» является формирование у аспирантов, на основе получаемых знаний, творческих и одновременно рациональных подходов к научно-исследовательскому изучению объектов в системах сульфидов, фторидов, фторсульфидов, оксисульфидов 3d-, 4f-элементов.

Задачи изучения дисциплины:

- формирование у аспирантов системы знаний по дисциплине, освоению тем, приобретение ими комплексной методологии изучения и систематизации по соединениям, содержащим 3d-, 4f-, p- (F, S, O) элементы:

- систематизация сведений по методам получения неорганических соединений в системах 3d-, 4f-, p- (F, S, O) элементов в макро- и наносостояниях;

- формирование комплекса знаний по закономерностям образования фаз, их составу, структуре в системах с различными анионами фторсульфиды и оксисульфиды редкоземельных элементов;

- использование приемов прогнозирования новых соединений в системах 3d-, 4f-, p- (F, S, O) элементов в научно-исследовательской работе, освоение основных подходов и методов к поиску структурного аналога, определению кристаллических параметров структуры новых соединений, выявлению полиморфизма соединений.

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

Компетенции, формируемые в процессе освоения дисциплины:

ПК-2 - способность использовать современную научную аппаратуру и методы, необходимые при выполнении научных исследований в области неорганической химии; проводить синтез и анализ различных объектов неорганической химии, соединений, материалов; выявлять взаимосвязи между составом, строением и свойствами неорганических соединений.

В результате освоения дисциплины **обучающийся должен:**

Знать методы, аппаратуру для определения структуры веществ, методики проведения эксперимента по определению физико-химических характеристик химических соединений, специфику пробоподготовки объектов для исследования структуры и состава фаз.

Уметь критически систематизировать литературные данные; оценивать уровень исследований соединений в системах 3d-, 4f-, p- (F, S, O) элементов; формулировать актуальные тематики исследований; планировать проведение научного исследования с учетом специфики систем 3d-, 4f-, p- (F, S, O) элементов; обобщать результаты исследований, представлять их в виде публикаций, презентаций, уметь доложить, как на научном семинаре, так и на занятии со студентами.

Владеть методами работы на технически сложном оборудовании, применение которого необходимо для синтеза фаз в системах 3d-, 4f-, p- (F, S, O) элементов и физико-химического анализа синтезированных образцов; методами синтеза фаз в системах 3d-, 4f-, p- (F, S, O) элементов; методами расшифровки структуры соединений в системах 3d-, 4f-, p- (F, S, O) элементов; проведение качественного и количественного рентгеновского анализа с использованием программ PDWin, определение параметров элементарных ячеек фаз, для впервые синтезированных соединений владеть последовательностью действий по определению структурного аналога, идентифицирования рентгенометрических данных, определения сингонии, параметров элементарной ячейки; методами использования информационных баз данных, в том числе базы PDF, работы в специализированных компьютерных программах Edstate 2D, Edstate 3D, Edstate T; методами определения химического состава соединений, в том числе с использованием рентгенофлуоресцентного анализатора.

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	Практические занятия	Лабораторные / практические занятия по подгруппам	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Стехиометрические законы в химии. Основные понятия химии твердого тела	2	2	0	0	0
2.	Составы, структура сульфидов, фторидов 3d- и 4f-элементов	2	2	0	0	0
3.	Фторсульфиды и сульфиды 4f-элементов	2	2	0	0	0
4.	Разнообразие сульфидов и фторидов 3d-, 4f- элементов	2	0	2	0	0
5.	Оксисульфиды редкоземельных элементов	2	2	0	0	0
6.	Сульфиды, фториды, фторсульфиды 3d-, 4f-элементов	2	0	2	0	0

7.	Методы синтеза фаз в системах 3d-, 4f-, p- (F, S, O) элементов в макро- и наносостояниях	2	2	0	0	0
8.	Синтез и свойства фаз в системах 3d-, 4f-, p- (F, S, O) элементов в макро и наносостояниях	4	0	4	0	0
9.	Прогноз новых соединений в системах фторидов, сульфидов 3d, 4f-элементов, синтез, расшифровка структуры	2	2	0	0	0
10.	Структурные карты	2	0	2	0	0
11.	Дифференцированный зачет	36	0	0	0	36
	Итого (часов)	58	12	10	0	36

5.2. Содержание дисциплины (модуля) по темам

Тематика лекционных занятий:

1. Стехиометрические законы в химии. Основные понятия химии твердого тела.

Закон кратных отношений Д. Дальтона. Закон постоянства состава Пруста. Фаза как носитель свойств твёрдого тела. Кристаллическая структура. Химические соединения. Твёрдые растворы. Виды твёрдых растворов. Стехиометрия и нестехиометрия. Дальтониды и бертоллиды. Пути возникновения бертоллидов (Н. С. Курнаков).

2. Составы, структура сульфидов, фторидов 3d- и 4f-элементов.

Атомное строение и валентности 3d- и 4f- элементов. Составы и структуры фторидов 3d элементов: скандия, хрома, марганца, железа, кобальта, никеля, меди, цинка. Закономерности изменения составов фторидов и их структур. Соединения LnF_3 , структуры соединений в ряду лантаноидов. Термодинамические характеристики соединений LnF_3 . Фазовые диаграммы систем 3d элемент-сера. Причины различий и подобий фазовых диаграмм систем. Классификация сульфидов 3d- элементов по их физико-химической природе. Нестехиометрия сульфидов 3d-элементов. Структурные, термодинамические характеристики, свойства конгруэнтно плавящихся сульфидов 3d- элементов.

3. Фторсульфиды и сульфиды 4f-элементов.

Составы соединений в системах лантаноид – сера. Моносульфиды двух и трёх валентных лантаноидов Ln^{+3}S , Ln^{+2}S . Химическая связь, физико-химические свойства. Типы структур соединений Ln_2S_3 : кубическая типа Th_3P_4 , ромбическая типа $\alpha\text{-Ln}_2\text{S}_3$, моноклинная типа $\delta\text{-Ho}_2\text{S}_3$, ромбическая типа $\varepsilon\text{-Ln}_2\text{S}_3$. Переходы структур при высоких давлениях. Физико-химическая природа твёрдого раствора $\text{La}_2\text{S}_3\text{-La}_3\text{S}_4$ со структурой типа Th_3P_4 . Термическая диссоциация полисульфидов. Методология изучения фазовых диаграмм систем Ln-S. Типы фазовых диаграмм систем Ln-S. Закономерности трансформации диаграмм в ряду редкоземельных элементов. Структуры соединений LnSF , области гомогенности и физико-химическая природа соединений. Фазовые диаграммы систем $\text{LnF}_3\text{-Ln}_2\text{S}_3$. Трансформация фазовых диаграмм в ряду редкоземельных элементов. Термодинамические характеристики фазовых превращений в системах $\text{Ln}_2\text{S}_3 - \text{LnF}_3$. Методы синтеза порошков и литых образцов соединений LnSF .

4. Оксисульфиды редкоземельных элементов.

Области существования оксисульфидных соединений $\text{Ln}_{10}\text{S}_{14}\text{O}$, $\text{Ln}_2\text{O}_2\text{S}$, $\text{Ln}_2\text{S}_2\text{O}$ в ряду редкоземельных элементов. Структуры соединений $\text{Ln}_{10}\text{S}_{14}\text{O}$, $\text{Ln}_2\text{O}_2\text{S}$, $\text{Ln}_2\text{S}_2\text{O}$. Фазовые диаграммы систем $\text{Ln}_2\text{S}_3 - \text{Ln}_2\text{O}_3$. Изменение физико-химических характеристик оксисульфидных соединений в ряду систем $\text{Ln}_2\text{S}_3 - \text{Ln}_2\text{O}_3$. Фазовые равновесия в системе $\text{Sm} - \text{S} - \text{O}$. Методы получения оксисульфидных соединений. Последовательность фазовых превращений при получении соединений $\text{Ln}_2\text{O}_2\text{S}$ обработкой сульфатов в потоке водорода.

Кинетические характеристики процессов. Изменения зёрненного состава шихты при фазовых превращениях.

5. Методы синтеза фаз в системах 3d-, 4f-, p- (F, S, O) элементов в макро- и наносостояниях.

Классификация методов синтеза при получении фаз в макро- и наносостояниях. Прямой метод синтеза фаз; техника выполнения, температурные интервалы обработки ампул. Применение прямого метода синтеза при получении фаз в системах 3d-, 4f-, p- (F, S, O) элементов. Последовательности фазовых превращений при взаимодействии 3d- и 4f-элементов с серой в запаянной ампуле. Косвенные методы синтеза. Получение соединений Ln_2S_3 в потоке сульфидирующих газов H_2S и CS_2 . Зависимость фазового состава продуктов от температуры обработки. Методы получения литых образцов. Приемы подбора условий, препятствующих термической диссоциации фаз. Способы получения плотных образцов путем направленной кристаллизации расплава. Методы получения фторидов, сульфидов, 3d-, 4f-элементов в наносостоянии. Свойства простых и сложных фторидов 3d- и 4f-элементов и области их применения. Свойства сульфидов 3d- и 4f-элементов и перспективы их практического применения. Прогноз свойств сложных сульфидов 3d- и 4f-элементов. Оксисульфиды редкоземельных элементов как перспективные лазерные материалы. Термоэлектрические халькогенидные материалы. Свойства фаз, содержащих катионы меди (I), европия, серебра.

6. Прогноз новых соединений в системах фторидов, сульфидов 3d-, 4f-элементов, синтез, расшифровка структуры.

Методика экспериментального поиска новых соединений. Прогноз новых соединений состава $\text{A}^{\text{II}}\text{LnCuS}_3$ и $\text{A}^{\text{II}}\text{LnAgS}_3$. Методика поиска структурного аналога для впервые синтезированных соединений, определение сингонии и кристаллохимических параметров элементарной ячейки.

Тематика практических занятий:

1. **Разнообразие сульфидов и фторидов 3d-, 4f-элементов.**
Состав, структура и свойства сульфидов и фторидов 3d-, 4f-элементов.

2. **Сульфиды, фториды, фторсульфиды 3d-, 4f-элементов.**
Разнообразие структурных типов и составов для соединений сульфидов, фторидов, фторсульфидов 3d-, 4f-элементов. Работа со статьями, посвященные тематике изучения структуры, свойств, состава сульфидов, фторидов, фторсульфидов 3d-, 4f-элементов.

3. **Синтез и свойства фаз в системах 3d-, 4f-, p- (F, S, O) элементов в макро и наносостояниях.**

Работа со статьями, посвященными вопросам получения химических соединений, содержащих 3d-, 4d-, 4f-, p- (F, S, O) элементы, а также определению физико-химических характеристик данных соединений.

4. Структурные карты.

Структурные карты как метод систематизации данных по структурам соединений и метод прогноза новых соединений. Виды координат структурных карт. Работа со статьями, посвященные тематике систематизации данных по структурам соединений и метод прогноза новых соединений, построению структурных карт.

6. Учебно-методическое обеспечение и планирование самостоятельной работы обучающихся

Таблица 3

№ темы	Темы	Формы СРС, включая требования к подготовке к занятиям
1.	Стехиометрические законы в химии. Основные понятия химии твердого тела	Проработка лекций, чтение обязательной и дополнительной литературы
2.	Составы, структура сульфидов, фторидов 3d- и 4f-элементов	

3.	Фторсульфиды и сульфиды 4f-элементов	
4.	Разнообразие сульфидов и фторидов 3d-, 4f- элементов	Подготовка к практическому занятию
5.	Оксисульфиды редкоземельных элементов	Проработка лекций, чтение обязательной и дополнительной литературы
6.	Сульфиды, фториды, фторсульфиды 3d-, 4f-элементов	Проработка лекций, чтение обязательной и дополнительной литературы, подготовка к практическому занятию. Работа в библиографических базах данных, подбор к семинару 2-3 статей по тематике занятия
7.	Методы синтеза фаз в системах 3d-, 4f-, p- (F, S, O) элементов в макро- и наносостояниях	Проработка лекций, чтение обязательной и дополнительной литературы, подготовка к практическому занятию
8.	Синтез и свойства фаз в системах 3d-, 4f-, p- (F, S, O) элементов в макро и наносостояниях	Проработка лекций, чтение обязательной и дополнительной литературы, подготовка к практическому занятию. Работа в библиографических базах данных, подбор к семинару 2-3 статей по тематике занятия
9.	Прогноз новых соединений в системах фторидов, сульфидов 3d, 4f-элементов, синтез, расшифровка структуры	Проработка лекций, чтение обязательной и дополнительной литературы, подготовка к практическому занятию
10.	Структурные карты	Подготовка к практическому занятию. Работа в библиографических базах данных, подбор к семинару 2-3 статей по тематике занятия
11.	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 статьи из базы WoS, Scopus, e-library по выбранным тематикам дисциплины (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 вопроса билета):

1. Стехиометрические законы химии. Закон кратных отношений Д. Дальтона. Закон постоянства состава Пруста.
2. Фаза как носитель свойств твёрдого тела. Кристаллическая структура. Химические соединения. Твёрдые растворы. Виды твёрдых растворов. Стехиометрия и нестехиометрия. Дальтониды и бертоллиды. Пути возникновения бертоллидов (Н. С. Курнаков).
3. Атомное строение и валентности 3d- и 4f- элементов. Составы и структуры фторидов 3d- элементов: скандия, хрома, марганца, железа, кобальта, никеля, меди, цинка.
4. Закономерности изменения составов фторидов и их структур. Соединения LnF_3 , структуры соединений в ряду лантаноидов. Термодинамические характеристики соединений LnF_3 .

5. Фазовые диаграммы систем 3d элемент-сера. Причины различий и подобий фазовых диаграмм систем. Классификация сульфидов 3d-элементов по их физико-химической природе.
6. Нестехиометрия сульфидов 3d-элементов. Структурные, термодинамические характеристики, свойства конгруэнтно плавящихся сульфидов 3d-элементов.
7. Составы соединений в системах лантаноид – сера.
8. Моносульфиды двух и трёх валентных лантаноидов Ln^{+3}S , Ln^{+2}S . Химическая связь, физико-химические свойства.
9. Типы структур соединений Ln_2S_3 : кубическая типа Th_3P_4 , ромбическая типа $\alpha\text{-La}_2\text{S}_3$, моноклинная, ромбическая типа $\epsilon\text{-La}_2\text{S}_3$. Переходы структур при высоких давлениях.
9. Физико-химическая природа твёрдого раствора $\text{La}_2\text{S}_3\text{-La}_3\text{S}_4$ со структурой типа Th_3P_4 . Термическая диссоциация полисульфидов.
10. Методология изучения фазовых диаграмм систем Ln-S. Типы фазовых диаграмм систем Ln-S. Закономерности трансформации диаграмм в ряду редкоземельных элементов.
11. Структуры соединений LnSF , области гомогенности и физико-химическая природа соединений. Фазовые диаграммы систем $\text{LnF}_3\text{-Ln}_2\text{S}_3$. Трансформация фазовых диаграмм в ряду редкоземельных элементов.
12. Термодинамические характеристики фазовых превращений в системах $\text{Ln}_2\text{S}_3 - \text{LnF}_3$. Методы синтеза порошков и литых образцов соединений LnSF .
13. Области существования окисульфидных соединений $\text{Ln}_{10}\text{S}_{14}\text{O}$, $\text{Ln}_2\text{O}_2\text{S}$, $\text{Ln}_2\text{S}_2\text{O}$ в ряду редкоземельных элементов. Структуры соединений $\text{Ln}_{10}\text{S}_{14}\text{O}$, $\text{Ln}_2\text{O}_2\text{S}$, $\text{Ln}_2\text{S}_2\text{O}$. Изменение физико-химических характеристик окисульфидных соединений в ряду систем $\text{Ln}_2\text{S}_3 - \text{Ln}_2\text{O}_3$.
14. Фазовые равновесия в системе $\text{Sm} - \text{S} - \text{O}$. Методы получения окисульфидных соединений. Последовательность фазовых превращений при получении соединений $\text{Ln}_2\text{O}_2\text{S}$ обработкой сульфатов в потоке водорода. Кинетические характеристики процессов. Изменения зёрненного состава шихты при фазовых превращениях.
15. Структурные карты как метод систематизации данных по структурам соединений и метод прогноза новых соединений. Виды координат структурных карт. Силовая константа для соединений различных химических составов.
16. Методика экспериментального поиска новых соединений. Прогноз новых соединений состава $\text{A}^{\text{II}}\text{LnCuS}_3$ и $\text{A}^{\text{II}}\text{LnAgS}_3$. Методика поиска структурного аналога для впервые синтезированных соединений, определение сингонии и кристаллохимических параметров элементарной ячейки.
17. Классификация методов синтеза при получении фаз в макро- и наносостояниях. Прямой метод синтеза фаз; техника выполнения, температурные интервалы обработки ампул.
18. Применение прямого метода синтеза при получении фаз в системах 3d-, 4f-, p- (F, S, O) элементов. Последовательности фазовых превращений при взаимодействии 3d- и 4f-элементов с серой в запаянной ампуле.
19. Косвенные методы синтеза. Получение соединений Ln_2S_3 в потоке сульфидирующих газов H_2S и CS_2 . Зависимость фазового состава продуктов от температуры обработки. Методы получения литых образцов. Приемы подбора условий, препятствующих термической диссоциации фаз.
20. Способы получения плотных образцов путем направленной кристаллизации расплава. Методы получения фторидов, сульфидов, 3d-, 4f-элементов в наносостоянии.
21. Свойства простых и сложных фторидов 3d- и 4f-элементов и области их применения. Свойства сульфидов 3d- и 4f-элементов и перспективы их практического применения. Прогноз свойств сложных сульфидов 3d- и 4f-элементов.
22. Окисульфиды редкоземельных элементов как перспективные лазерные материалы.
23. Термоэлектрические халькогенидные материалы.

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:

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: 10.03.2022).

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 10.03.2022).

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 10.03.2022).

8.2 Дополнительная литература:

1. Михалкина, О. Г. Получение и характеристики соединений LnF_3 , LnSF в микро- и наносостояниях. Фазовые равновесия в системах $\text{BaF}_2 - \text{LnF}_3 - \text{Ln}_2\text{S}_3 - \text{BaS}$ ($\text{Ln}=\text{La} - \text{Nd}, \text{Sm}, \text{Gd}$): автореферат диссертации ... кандидата химических наук : 02.00.04 : защищена 05.12.2013 [Электронный ресурс] / О. Г. Михалкина ; науч. рук. О. В. Андреев; Тюм. гос. ун-т. - Защищена 05.12.2013. - Тюмень, 2013. - 22 с. — Электрон. версия печ. публикации. — Свободный доступ из сети Интернет (чтение). — <URL:https://library.utmn.ru/dl/abstract/02.00.04/Mikhalkina%20O_G.pdf>. (дата обращения 10.03.2022)

2. Сальникова, Е.И. Кинетика фазовых превращений в системах $\text{Ln}_2(\text{SO}_4)_3\text{-H}_2$ ($\text{Ln}=\text{La-Er, Y}$), $\text{Ln}_2\text{O}_2\text{SO}_4\text{-H}_2$ ($\text{Ln}=\text{La-Sm}$) [Электронный ресурс]: автореф. дис. ... канд. хим. наук : 02.00.04 : защищена 12.05.2012/ Е. И. Сальникова ; науч. рук. О. В. Андреев; Тюм. гос. ун-т. - Защищена 12.05.2012. - Тюмень, 2012. - 22 с. — Свободный доступ из сети Интернет (чтение). — <URL:<https://library.utmn.ru/dl/abstract/02.00.04/3884.pdf>>. (дата обращения 10.03.2022)

3. Русейкина, А.В. Структура соединений EuLnCuS_3 ($\text{Ln}=\text{La-Nd, Sm}$), фазовые диаграммы систем $\text{Cu}_2\text{S-EuS}$, $\text{EuS-Ln}_2\text{S}_3$, $\text{EuS-Ln}_2\text{S}_3\text{-Cu}_2\text{S}$ ($\text{Ln}=\text{La, Nd, Gd}$), термохимические 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 10.03.2022).

4. Соловьева, А. В. Закономерности фазовых равновесий в системах AIIIS - FeS , $\text{A}^{\text{II}}\text{S - FeS - Ln}_2\text{S}_3$, $\text{A}^{\text{II}}\text{S - Cu}_2\text{S - Ln}_2\text{S}_3$ ($\text{A}^{\text{II}} = \text{Mg, Sr, Ba}$; $\text{Ln} = \text{La - Lu}$): 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 10.03.2022)

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.