



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

«Дальневосточный федеральный университет»

ДФУ

ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОП

Красицкая С.Г.

(подпись) (ФИО)



УТВЕРЖДАЮ

Директор департамента химии и материалов

Капустина А.А.

(подпись) (ФИО.)

«05» февраля 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Твердофазный синтез элементоорганических соединений

Направление подготовки 04.04.01 Химия

Магистерская программа «Фундаментальная химия»

(совместно с ИХ ДВО РАН и ТИБОХ ДВО РАН)

Форма подготовки очная

курс 1 семестр 2

лекции 10 час.

практические занятия      час.

лабораторные работы 30 час.

в том числе с использованием MAO лек. 4 /пр.      /лаб.      час.

в том числе в электронной форме лек.      /пр.      /лаб.      час.

всего часов аудиторной нагрузки 40 час.

в том числе с использованием MAO 4 час.

самостоятельная работа 104 час.

в том числе на подготовку к экзамену 45 час.

курсовая работа / курсовой проект не предусмотрены

зачет не предусмотрен

экзамен 2 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования РФ от 07 июля 2017г. №655.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры общей, неорганической и элементоорганической химии, протокол № 5 от «05» января 2021 г.

Заведующая кафедрой общей, неорганической и элементоорганической химии, к.х.н., доцент Капустина А.А.

Составитель: к.х.н., доцент Капустина А.А

Владивосток

2021

**Оборотная сторона титульного листа РПУД**

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании департамента:**

Протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Директор Департамента \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании департамента:**

Протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Директор Департамента \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ:

**Целями** освоения дисциплины является освоение законов твердофазного синтеза, как одного из современных методов, на примере элементоорганических соединений.

### **Задачи:**

1. Приобретение знаний об особенностях твердофазного синтеза.
2. Усвоение знаний о влиянии условий механохимической обработки на состав и свойства получаемых продуктов;
3. Знакомство с термодинамическими и кинетическими факторами твердофазных процессов.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции:

Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения:

Тип задач	Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Научно-исследовательский	<b>ПК-2</b> Способен проводить патентно-информационные исследования в выбранной области химии и/или смежных наук	<b>ПК-2.1.</b> Проводит поиск специализированной информации в патентно-информационных базах данных
		<b>ПК-2.2.</b> Анализирует и обобщает результаты патентного поиска по тематике проекта в выбранной области химии

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
<b>ПК-2.1.</b> Проводит поиск специализированной информации в патентно-информационных базах данных	<b>Знает</b> правила работы в патентно-информационных базах данных
	<b>Умеет</b> находить сведения о твердофазных процессах в патентно-информационных базах данных
	<b>Владеет</b> навыками поиска специализированной информации в патентно-информационных базах данных
<b>ПК-2.2.</b> Анализирует и обобщает результаты патентного поиска по тематике проекта в выбранной области химии	<b>Знает</b> правила анализа и обобщения результатов патентного поиска по тематике твердофазного синтеза
	<b>Умеет</b> анализировать и обобщать результаты патентного поиска по тематике твердофазного синтеза

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
	<b>Владеет</b> навыками патентного поиска по тематике твердофазного синтеза

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Твердофазный синтез элементоорганических соединений» применяются следующие методы активного/ интерактивного обучения: проблемные лекции, лекции-беседы.

## II. Трудоемкость дисциплины и видов учебных занятий по дисциплине

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачётные единицы 144 академических часа).

(1 зачетная единица соответствует 36 академическим часам)

Видами учебных занятий и работы обучающегося по дисциплине являются:

Обозначение	Виды учебных занятий и работы обучающегося
Лек	Лекции
Лаб	Лабораторные работы
СР	Самостоятельная работа обучающегося в период теоретического обучения
Контроль	Самостоятельная работа обучающегося и контактная работа обучающегося с преподавателем в период промежуточной аттестации

Структура дисциплины:

Форма обучения – очная.

№	Наименование раздела дисциплины	Семестр	Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося						Формы промежуточной аттестации
			Лек	Лаб	Пр	ОК	СР	Контроль	
1	Раздел 1. Процессы дефектообразования и механизм твердофазных реакций	2	2						УО-1; УО-2; УО-3 ПР-10; ПР-2; ПР-6; ПР-13;
2	Раздел 2. Метод механохимической активации	2	5	30	0	-	59	45	
3	Раздел 3. Методы синтеза твердофазных материалов. Классификация методов	2	3						
Итого:			10	30	0		104		

# III. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Лекции (10 час)

**Раздел 1. Процессы дефектообразования и механизм твердофазных реакций (2 час.)**

**Тема 1. Процессы дефектообразования и механизм твердофазных реакций (2 час.)** MAO – лекция-беседа (1 час.)

Процессы дефектообразования и механизм твердофазных реакций. Явления разноточия в кристаллах. Взаимодействие точечных дефектов. Физико-химические факторы, определяющие механизм твердофазных реакций. Механизм твердофазных превращений без изменения состава.

**Тема 2. Линейные (дислокации) и планарные дефекты (1 час).**

Краевая дислокация. Вектор Бюргерса. Плотность дислокаций. Теория твердофазного взаимодействия.

**Раздел 2. Метод механохимической активации – 5 часов.**

**Тема 1. Кинетика и энергетический баланс в механохимических превращениях (1 час.)** MAO – лекция-беседа (1 час.)

Основные понятия и методы изучения кинетики твердофазных реакций. Энергия активации твердофазных реакций.

**Тема 2. Механохимическое активирование индивидуальных реагентов и их смесей (1 час.)** MAO – лекция-беседа (1 час.)

Механохимическое активирование индивидуальных реагентов и их смесей. Природа активного состояния твердых тел. Физические основы механохимии и механохимической активации. Кинетика механохимических превращений.

**Тема 3. Синтез органических и элементоорганических соединений в условиях механохимической активации (1 час).**

Условия механохимической активации. Время синтеза, соотношение исходных веществ, масса насадки и полезной загрузки, тип активатора.

**Тема 4. Механохимический синтез полиэлементоорганосилоксанов (2 часа).**

Синтез мономерных и полимерных соединений. Особенности синтезов, в зависимости от применяемых реакций, природы исходных веществ, условий активации. Синтез полиметаллоорганосилоксанов методом механохимической активации. Достоинства и недостатки метода. Правила техники безопасности при работе в химической лаборатории. Правила оказания первой помощи в химической лаборатории.

**Раздел 3. Методы синтеза твердофазных материалов. Классификация методов (3 часа).**

**Тема 1. Синтезы с использованием физических методов гомогенизации исходной смеси (1 час).**

Керамический метод. Самораспространяющийся высокотемпературный метод. Синтез с использованием высокотемпературного нагрева.

**Тема 2. Синтезы с использованием химических методов гомогенизации исходной смеси (1 час).**

Золь-гель метод. Распылительная сушка. Сублимационная сушка.

**Тема 3. Методы получения монокристаллов и тонких пленок (1 час).**

Методы получения монокристаллов. Методы получения тонких пленок.

#### **IV. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

**Лабораторные работы (30 час.)**

**Занятия №№1-12. Проведение механохимического синтеза вещества.**

**Выделение продукта, его очистка и фракционирование. (22 час.)**

**Метод:** Исследовательский. Работа по индивидуальному заданию.

**Занятия №№ 13 – 17. Изучение зависимости выхода продуктов от различных факторов. Изучение состава и структуры полученных соединений. Обсуждение полученных результатов (8 час.)**

**Метод:** Исследовательский. Работа по индивидуальному заданию.

**Задание на дом:** Подготовка сообщения о полученных результатах.

**Метод:** Научная дискуссия. Групповое обсуждение результатов.

**Примеры вопросов для обсуждения:**

1. Почему полученное в продуктах соотношение элементов отличается от заданного?
2. Отличается ли состав продуктов, полученных вами в условиях механохимической активации от аналогичных продуктов, полученных в растворе?
3. Можете ли вы предложить механизм процесса?

Выполнение самостоятельной работы контролируется еженедельно.

**План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине**

<b>№ п/п</b>	<b>Дата/сроки выполнения</b>	<b>Вид самостоятельной работы</b>	<b>Примерные нормы времени на выполнение</b>	<b>Форма контроля/контактные часы</b>
1.	1-3 неделя	Подготовка к сдаче коллоквиума №1	11 часа	Сдача коллоквиума (УО-2). Тестирование по вопросам, вынесенным на самостоятельное изучение (ПР-1)./ 6 часов

2.	4-6 неделя	Подготовка к выполнению лабораторных работ №№ 1-5, выполнение отчета по ним	12 часов	Опрос перед началом занятия (УО-1). Принятие отчета о выполнении в ходе лабораторных работ экспериментального задания (ПР-6). Тестовый контроль (ПР-1)/10 часов
3.	7-9 неделя	Подготовка к сдаче коллоквиума №2	12 часа	Сдача коллоквиума (УО-2)/ 6 часов
4.	8-12 неделя	Подготовка к выполнению лабораторных работ №№ 6-17, выполнение отчета по ним	12 часов	Опрос перед началом занятия (УО-1). Принятие отчета о выполнении в ходе лабораторных работ экспериментального задания (ПР-6). Групповая дискуссия (УО-4)/ 10 часов
5.	13-17 неделя	Подготовка к сообщению на научном семинаре	12 часа	Доклад (УО-3)/ 4 часа
6.	18 неделя	Подготовка к экзамену	45 часов	Беседа по темам к сдаче экзамена
Итого:			104 час	

## **V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Твердофазный синтез элементоорганических соединений» включает в себя:

план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;

характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;

требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;

критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

### **План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине**

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля/контактные часы
-------	-----------------------	----------------------------	---------------------------------------	--------------------------------

1.	1-3 неделя	Подготовка к сдаче коллоквиума №1	11 часа	Сдача коллоквиума (УО-2). Тестирование по вопросам, вынесенным на самостоятельное изучение (ПР-1)/ 6 часов
2.	4-6 неделя	Подготовка к выполнению лабораторных работ №№ 1-5, выполнение отчета по ним	12 часов	Опрос перед началом занятия (УО-1). Принятие отчета о выполнении в ходе лабораторных работ экспериментального задания (ПР-6). Тестовый контроль (ПР-1)/10 часов
3.	7-9 неделя	Подготовка к сдаче коллоквиума №2	12 часа	Сдача коллоквиума (УО-2)/ 6 часов
4.	8-12 неделя	Подготовка к выполнению лабораторных работ №№ 6-17, выполнение отчета по ним	12 часов	Опрос перед началом занятия (УО-1). Принятие отчета о выполнении в ходе лабораторных работ экспериментального задания (ПР-6). Групповая дискуссия (УО-4)/ 10 часов
5.	13-17 неделя	Подготовка к сообщению на научном семинаре	12 часа	Доклад (УО-3)/ 4 часа
5.	18 неделя	Подготовка к экзамену	45 часов	Беседа по темам к сдаче экзамена
Итого:			104 час	

### 1. Подготовка к сдаче коллоквиумов

При подготовке к сдаче коллоквиумов воспользуйтесь материалами лекций и рекомендованной литературой.

### 2. Подготовка к лабораторным работам

**Лабораторные работы №№ 1-12. Проведение механохимического синтеза вещества. Выделение продукта, его очистка и фракционирование.**

**Задание на дом :**

Просмотреть материал лекций, монографии, научные статьи методическое пособие к лабораторным занятиям и подготовиться:



- К проведению механохимического синтеза вещества, предложенного преподавателем;
- Продумать способы его фракционирования и очистки;
- Подобрать методики синтеза исходных веществ;
- Проанализировать условия техники безопасности при проведении эксперимента. Подготовиться к ответу на вопросы: 1. **Меры предосторожности при работе в лаборатории.** 2. **Способы оказания первой помощи.**

**Лабораторные работы №№ 13-17. Изучение зависимости выхода продуктов от различных факторов. Изучение состава и структуры полученных соединений**

**Задание на дом :**

Просмотреть материал лекций, монографии, научные статьи методическое пособие к лабораторным занятиям и подготовиться:

- К изучению зависимости выхода продуктов от различных факторов: времени активации, природы исходных веществ, массы насадки и других.
- Изучению состава и структуры полученных соединений, используя элементный и физико-химические методы анализа;

Примеры методик механохимического синтеза приведены в Приложении 3.

**Лабораторная работа № 18. Обсуждение полученных результатов на научном семинаре**

**Метод:** Научная дискуссия. Групповое обсуждение результатов.

**Задание на дом :**

- Подготовка сообщения о полученных результатах.
- Подготовка к обсуждению полученных результатов на научном семинаре.

Примеры вопросов для обсуждения:

3. Почему полученное в продуктах соотношение элементов отличается от заданного?
4. Отличается ли состав продуктов, полученных вами в условиях механохимической активации от аналогичных продуктов, полученных в растворе?
5. Можете ли вы предложить механизм процесса?

#### **Структура отчета по лабораторной работе**

Отчеты по лабораторным работам представляются в электронной форме, подготовленные как текстовые документы в редакторе MSWord.

Отчет по работе должен быть обобщающим документом, включать всю информацию по выполнению заданий, в том числе, уравнения реакций, таблицы, методику проведения лабораторных опытов, список литературы, расчеты и т. д.

Структурно отчет по лабораторной работе, как текстовый документ, комплектуется по следующей схеме:

Требования к презентации:

- На первом слайде представляется тема выполненного исследования, фамилия, инициалы автора, фамилия, инициалы преподавателя.
- На втором слайде дается обоснование актуальности изучаемой темы.
- Третий слайд указывает цель и задачи работы.
- На 4-10 слайдах приводится содержание работы. Могут размещаться схемы, таблицы, графики, фотографии, снабженные необходимой для понимания краткой текстовой информацией.
- На последнем слайде приводятся выводы по выполненной работе.
- Количество слайдов, посвященных описанию работы и полученных результатов, может меняться и окончательно определяется автором в зависимости от имеющихся материалов.
- *Выводы* – обязательная компонента отчета, содержит обобщающие выводы по работе (какие задачи решены, оценка результатов, что освоено при выполнении работы);
- *Список литературы* – обязательная компонента отчета, с новой страницы, содержит список источников, использованных при выполнении работы, включая электронные источники (список нумерованный, в соответствии с правилами описания библиографии).

Отчет по лабораторной работе относится к категории «*письменная работа*», оформляется *по правилам оформления письменных работ студентами ДВФУ*.

Необходимо обратить внимание на следующие аспекты в оформлении отчетов работ:

- набор текста;
- структурирование работы;
- оформление заголовков всех видов (рубрик-подрубрик-пунктов-подпунктов, рисунков, таблиц, приложений);
- оформление перечислений (списков с нумерацией или маркировкой);
- оформление таблиц;
- оформление иллюстраций (графики, рисунки, фотографии, схемы);

- набор и оформление математических выражений (формул);
- оформление списков литературы (библиографических описаний) и ссылок на источники, цитирования.

Набор текста осуществляется на компьютере, в соответствии со следующими требованиями:

- печать – на одной стороне листа белой бумаги формата А4 (размер 210 на 297 мм.);
- интервал межстрочный – полуторный;
- шрифт – Times New Roman;
- размер шрифта - 14 пт., в том числе в заголовках (в таблицах допускается 10-12 пт.);
- выравнивание текста – «по ширине»;
- поля страницы - левое – 25-30 мм., правое – 10 мм., верхнее и нижнее – 20 мм.;
- нумерация страниц – в правом нижнем углу страницы (для страниц с книжной ориентацией), сквозная, от титульного листа до последней страницы, арабскими цифрами (первой страницей считается титульный лист, на котором номер не ставится, на следующей странице проставляется цифра «2» и т. д.).
- режим автоматического переноса слов, за исключением титульного листа и заголовков всех уровней (перенос слов для отдельного абзаца блокируется средствами MSWord с помощью команды «Формат» – абзац при выборе опции «запретить автоматический перенос слов»).

Если рисунок или таблица размещены на листе формата больше А4, их следует учитывать как одну страницу. Номер страницы в этих случаях допускается не проставлять.

Список литературы и все *приложения* включаются в общую в сквозную нумерацию страниц работы.

### **3. Темы для самостоятельного изучения**

1. Классификация твердофазных материалов: по составу, по структурному признаку, по свойствам и функциям.
2. Химическая связь и структура твердых тел.
3. Элементарные кристаллы.
4. Ковалентные кристаллы. Ионные кристаллы.
5. Интерметаллиды.
6. Стекла.
7. Полимеры.
8. Термодинамика твердофазных реакций.

9. Термодинамическая оценка возможности твердофазного взаимодействия.  
 10. Термодинамика фазовых равновесий. Фазовые диаграммы.

### Критерии оценки выполнения самостоятельной работы

Оценивание отчета по лабораторным работам проводится по критериям:

Полнота и качество выполненных заданий;

Теоретическое обоснование полученного результата;

Качество оформления отчета, использование правил и стандартов оформления текстовых и электронных документов;

Отсутствие фактических ошибок, связанных с пониманием темы.

### VI. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства - наименование		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
1.	Раздел 1. Процессы дефектообразования и механизм твердофазных реакций. Тема 1. Процессы дефектообразования и механизм твердофазных реакций. Процессы дефектообразования и механизм твердофазных реакций. Явления разноточения в кристаллах. Взаимодействие точечных дефектов. Физико-химические факторы, определяющие механизм твердофазных реакций. Механизм твердофазных превращений без изменения состава. Тема 2. Линейные (дислокации) и планарные дефекты. Краевая	ПК-2.1 ПК- 2.2	<b>Знает:</b> правила работы в патентно-информационных базах данных. <b>Знает:</b> правила анализа и обобщения результатов патентного поиска по тематике твердофазного синтеза.	Проверка отчета по лабораторным работам №№ 13-16. (ПР-6), Собеседование (УО-1). Тестирование (ПР-1).	Сдача коллоквиумов №2 (УО-2) (в соответствии с рейтинговой оценкой знаний). Экзаменационные вопросы №№ 1-20
			<b>Умеет:</b> находить сведения о твердофазных процессах в патентно-информационных базах данных; <b>Умеет:</b> анализировать и обобщать результаты патентного поиска по тематике твердофазного	Проверка отчета по лабораторным работам №№ 13-16. (ПР-6), Собеседование (УО-1). Тестирование (ПР-1).	Сдача коллоквиумов №2 (УО-2) (в соответствии с рейтинговой оценкой знаний). Экзаменационные вопросы №№ 1-20

	дислокация. Вектор Бюргера. Плотность дислокаций. Теория твердофазного взаимодействия.		синтеза. <b>Владеет:</b> навыками поиск специализированной информации в патентно-информационных базах данных; <b>Владеет:</b> навыками патентного поиска по тематике твердофазного синтеза	Проверка отчета по лабораторным работам №№ 13-17. (ПР-6), Собеседование (УО-1). Тестирование (ПР-1).	Сдача коллоквиумов №2 (УО-2) (в соответствии с рейтинговой оценкой знаний). Экзаменационные вопросы №№1-20
2.	Раздел 2. Метод механохимической активации. Тема 1. Кинетика и энергетический баланс в механохимических превращениях. Тема 2. Механохимическое активирование индивидуальных реагентов и их смесей. Тема 3. Синтез органических и элементоорганических соединений в условиях механохимической активации. Тема 4. Механохимический синтез полиэлементоорганических осилоксанов.	ПК-2.1 ПК- 2.2	<b>Знает:</b> правила работы в патентно-информационных базах данных. <b>Знает:</b> правила анализа и обобщения результатов патентного поиска по тематике твердофазного синтеза.	Собеседование перед выполнением лабораторных работ (УО-1). Тестирование (ПР-1). Проверка отчета по лабораторной работе № 18. (ПР-6),	Сдача коллоквиумов №2 (УО-2) (в соответствии с рейтинговой оценкой знаний). Экзаменационные вопросы №№29-30
			<b>Умеет:</b> находить сведения о твердофазных процессах в патентно-информационных базах данных; <b>Умеет:</b> анализировать и обобщать результаты патентного поиска по тематике	Проверка отчета по лабораторным работам №№ 13-18. Выполнение творческого задания (ПР-13). Участие в групповой дискуссии (УО-4).	Сдача коллоквиумов №2 (УО-2) (в соответствии с рейтинговой оценкой знаний). Экзаменационные вопросы №№29-30

			<p>твердофазного синтеза.</p> <p><b>Владеет:</b> навыками поиск специализированной информации в патентно-информационных базах данных;</p> <p><b>Владеет:</b> навыками патентного поиска по тематике твердофазного синтеза.</p>	<p>Проверка отчета по лабораторным работам №№ 13-17. (ПР-6)</p> <p>Собеседование (УО-1).</p> <p>Выполнение творческого задания (ПР-13)</p>	<p>Сдача коллоквиумов №2 (УО-2) (в соответствии с рейтинговой оценкой знаний).</p> <p>Экзаменационные вопросы №№29-30</p>
3.	<p>Раздел 3. Методы синтеза твердофазных материалов. Классификация методов.</p> <p>Тема 1. Синтезы с использованием физических методов гомогенизации исходной смеси. Керамический метод. Самораспространяющийся высокотемпературный метод. Синтез с использованием высокотемпературного нагрева.</p> <p>Тема 2. Синтезы с использованием химических методов гомогенизации исходной смеси. Золь-гель метод.</p> <p>Тема 3. Методы получения монокристаллов и тонких пленок.</p>	<p>ПК-2.1</p> <p>ПК- 2.2</p>	<p><b>Знает:</b> правила работы в патентно-информационных базах данных.</p> <p><b>Знает:</b> правила анализа и обобщения результатов патентного поиска по тематике твердофазного синтеза..</p>	<p>Проверка отчета по лабораторной работе №18. (ПР-6),</p> <p>Собеседование (УО-1).</p> <p>Участие в групповой дискуссии (УО-4).</p>	<p>Сдача коллоквиумов №2 (УО-2) (в соответствии с рейтинговой оценкой знаний).</p> <p>Экзаменационные вопросы №№14-24</p>
			<p><b>Умеет:</b> находить сведения о твердофазных процессах в патентно-информационных базах данных;</p> <p><b>Умеет:</b> анализировать и обобщать результаты патентного поиска по</p>	<p>Проверка отчета по лабораторной работе № 18.(ПР-6),</p> <p>Собеседование (УО-1).</p> <p>Выполнение творческого задания (ПР-13)</p> <p>Участие в групповой дискуссии (УО-4).</p>	<p>Сдача коллоквиумов №2 (УО-2) (в соответствии с рейтинговой оценкой знаний).</p> <p>Экзаменационные вопросы №№14-24</p>

			тематике твердофазного синтеза.		
			<b>Владеет:</b> навыками поиска специализированной информации в патентно-информационных базах данных; <b>Владеет:</b> навыками патентного поиска по тематике твердофазного синтеза.	Проверка отчета по лабораторной работе № 18. (ПР-6), Собеседование (УО-1). Выполнение творческого задания (ПР-13) Участие в групповой дискуссии (УО-4).	Сдача коллоквиумов №2 (УО-2) (в соответствии с рейтинговой оценкой знаний). Экзаменационные вопросы №№14-24

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в фонде оценочных средств.

## VII. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

*а) основная литература:*

1. Акуленок, В. М. Андреев, Д. Г. Громов и др. Введение в процессы интегральных микро- и нанотехнологий : учебное пособие для вузов : в 2 т. / под общ. ред. Ю. Н. Коркишко. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010-2011. - (Нанотехнологии). ISBN 978-5-9963-0341-0 Т. 2 : Технологические аспекты / [М. В. Акуленок, В. М. Андреев, Д. Г. Громов и др.]. - 2011. - 252 с.  
<http://www.student library.ru/book/ISBN9785996303366.html>
2. Моделирование связанных процессов в реагирующих средах / В. Н. Лейцин, М. А. Дмитриева ; Балтийский федеральный университет. Калининград: Изд-во Балтийского федерального университета. 2012.-240 с.  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:690271&theme=FEFU>
3. Куприянов, М.Ф. Физико-химические основы создания активных материалов: учебник / Куприянов М.Ф., Кабиров Ю.В., Рудская А.Г. - Ростов-на-Дону:Издательство ЮФУ, 2011. - 278 с  
<http://znanium.com/bookread2.php?book=556287>
4. Либанов, В.В. Проведение практикума по химии элементоорганических соединений: учебное пособие/В.В. Либанов, А.А.

Капустина, Н.П. Шапкин.- Владивосток: Изд-во Дальневост. Федерал. Ун-та, 2021.- 122с.

<https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=chamo:888026&theme=FEFU>

*б) дополнительная литература:*

1. Ярославцев, А. Б. Химия твердого тела / А. Б. Ярославцев. М.: Научный мир, 2009.-327 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:287546&theme=FEFU>

2. Болдырев, В.В. Фундаментальные основы механической активации, механосинтеза и механохимических технологий [Электронный ресурс]/ Болдырев В.В., Аввакумов Е.Г., Болдырева Е.В.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Сибирское отделение РАН, 2009.—343с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=IPRbooks:IPRbooks-15822&theme=FEFU>

3. Барамбойм, Н.К. Механохимия высокомолекулярных соединений. /Н.К.Барамбойм. - М.: Химия, 1971.- 364с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:328636&theme=FEFU>

#### **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

1. <http://e.lanbook.com/>
2. <http://www.studentlibrary.ru/>
3. <http://znanium.com/>
4. <http://www.nelbook.ru/>

### **Перечень информационных технологий и программного обеспечения VIII. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

#### **1. Подготовка к сдаче коллоквиумов**

При подготовке к сдаче коллоквиумов воспользуйтесь материалами лекций и рекомендованной литературой.

#### **2. Подготовка к лабораторным работам**

**Лабораторные работы №№ 1-12. Проведение механохимического синтеза вещества. Выделение продукта, его очистка и фракционирование.**

**Задание на дом :**

Просмотреть материал лекций, монографии, научные статьи методическое пособие к лабораторным занятиям и подготовиться:

- К проведению механохимического синтеза вещества, предложенного преподавателем;
- Продумать способы его фракционирования и очистки;
- Подобрать методики синтеза исходных веществ;
- Проанализировать условия техники безопасности при проведении эксперимента. Подготовиться к ответу на вопросы: 1. **Меры**



**предосторожности при работе в лаборатории. 2. Способы оказания первой помощи.**

**Лабораторные работы №№ 13 – 16. Изучение зависимости выхода продуктов от различных факторов. Изучение состава и структуры полученных соединений**

**Задание на дом :**

Просмотреть материал лекций, монографии, научные статьи методическое пособие к лабораторным занятиям и подготовиться:

- К изучению зависимости выхода продуктов от различных факторов: времени активации, природы исходных веществ, массы насадки и других.
- Изучению состава и структуры полученных соединений, используя элементный и физико-химические методы анализа;

**Обсуждение полученных результатов**

**Метод:** Научная дискуссия. Групповое обсуждение результатов.

**Задание на дом :**

- Подготовка сообщения о полученных результатах.
- Подготовка к обсуждению полученных результатов на научном семинаре.

Примеры вопросов для обсуждения:

1. Почему полученное в продуктах соотношение элементов отличается от заданного?
2. Отличается ли состав продуктов, полученных вами в условиях механохимической активации от аналогичных продуктов, полученных в растворе?
3. Можете ли вы предложить механизм процесса?

## **IX. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Учебная химическая лаборатория, снабженная вытяжной системой. Химическая посуда и химические реактивы, сушильные шкафы, муфельные печи, ротор-испаритель, гель-хроматографическая колонка длиной 980 мм, диаметром 12 мм, заполненная сополимером полистирола и 4% дивинилбензола, диаметр зерен 0.08-1 мм. Механохимический активатор, планетарная мономельница «Pulverisette 6». Оборудование Лаборатории молекулярного анализа для проведения физико-химических исследований: ИК- спектрометр HEWLETT PACKARD Series 1110 MSD; дифрактометр Bruker - AXS "D8" Advanced; ЯМР- спектрометр высокого разрешения Avance 400 МГц (Bruker) и др.

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
690922, Приморский край, г. Владивосток, остров	Помещение укомплектовано	Windows Edu Per Device 10 Education, O365 EDU A1,

<p>Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус L, ауд. L 502. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации</p>	<p>специализированной учебной мебелью (посадочных мест – 30) Оборудование: ЖК-панель 47", Full HD, LG M4716 CCBA – 1 шт. Доска аудиторная.</p>	<p>Microsoft 365 Apps for enterprise EDU</p>
<p>690922, Приморский край, г.Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корп. А (Лит. П), Этаж 10, каб.А1017. Аудитория для самостоятельной работы</p>	<p>Оборудование: Моноблок Lenovo C360G-i34164G500UDK – 15 шт. Интегрированный сенсорный дисплей Polymedia FlipBox - 1 шт. Копир-принтер-цветной сканер в e-mail с 4 лотками Xerox WorkCentre 5330 (WC5330C – 1 шт.)</p>	<p>Windows Edu Per Device 10 Education, O365 EDU A1, Microsoft 365 Apps for enterprise EDU</p>
<p>690922, Приморский край, г. Владивосток, о. Русский, кампус ДВФУ, п. Аякс, 10, Корпус L, лаборатория L 842 (специализированные лаборатории кафедры ОНиЭХ: Лаборатории специализированных практикумов)</p>	<p>Центрифуга SIGMA 2-16P, печь муфельная, 3 шкафа вытяжных для работы с ЛВЖ, столешница - FRIDURIT 20 (в комплекте) ЛАБ-PRO Ш, испаритель ротационный ИР-1ЛТ, шкаф вытяжной для мытья посуды, столешница - TRESPA, 2 чаши размером 430*380*285, шкаф вытяжной для работы с кислотами, столешница - VITE (в комплекте) ЛАБ-PRO ШВ, вакуумный сушильный шкаф VacuCell 22, электронные аналитические весы, шкаф для баллонов ЛАБ-PRO ШМБ 60.35.165, магнитная мешалка MR 30001 (Heidolph, Германия) с подогревом до 300 С, насос вакуумный пластинчато-роторный 2НВР -5ДМ, вакуумный агрегат, столы лабораторные и стулья/ Механохимический активатор, планетарная мономельница «Pulverisette б».</p>	

## X. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### I. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

#### «Твердофазный синтез элементоорганических соединений»

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства - наименование		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
1.	<p>Раздел 1. Процессы дефектообразования и механизм твердофазных реакций.</p> <p>Тема 1. Процессы дефектообразования и механизм твердофазных реакций.</p> <p>Процессы дефектообразования и механизм твердофазных реакций. Явления разноточия в кристаллах.</p> <p>Взаимодействие точечных дефектов. Физико-химические факторы, определяющие механизм твердофазных реакций. Механизм твердофазных превращений без изменения состава.</p> <p>Тема 2. Линейные (дислокации) и планарные дефекты. Краевая дислокация. Вектор Бюргера. Плотность дислокаций. Теория твердофазного взаимодействия.</p>	<p>ПК-2.1</p> <p>ПК- 2.2</p>	<p><b>Знает:</b> правила работы в патентно-информационных базах данных.</p> <p><b>Знает:</b> правила анализа и обобщения результатов патентного поиска по тематике твердофазного синтеза.</p>	<p>Проверка отчета по лабораторным работам №№ 13-16. (ПР-6),</p> <p>Собеседование (УО-1).</p> <p>Тестирование (ПР-1).</p>	<p>Сдача коллоквиумов №2 (УО-2) (в соответствии с рейтинговой оценкой знаний).</p> <p>Экзаменационные вопросы №№ 1-20</p>
			<p><b>Умеет:</b> находить сведения о твердофазных процессах в патентно-информационных базах данных;</p> <p><b>Умеет:</b> анализировать и обобщать результаты патентного поиска по тематике твердофазного синтеза.</p>	<p>Проверка отчета по лабораторным работам №№ 13-16. (ПР-6),</p> <p>Собеседование (УО-1).</p> <p>Тестирование (ПР-1).</p>	<p>Сдача коллоквиумов №2 (УО-2) (в соответствии с рейтинговой оценкой знаний).</p> <p>Экзаменационные вопросы №№ 1-20</p>
			<p><b>Владеет:</b> навыками поиска специализированной информации в патентно-информационных базах данных.</p>	<p>Проверка отчета по лабораторным работам №№ 13-17. (ПР-6),</p> <p>Собеседование (УО-1).</p> <p>Тестирование</p>	<p>Сдача коллоквиумов №2 (УО-2) (в соответствии с рейтинговой оценкой знаний).</p> <p>Экзаменационные вопросы №№ 1-20</p>

			ых базах данных; <b>Владеет:</b> навыками патентного поиска по тематике твердофазного синтеза	(ПР-1).	ые вопросы №№1-20
2.	<p>Раздел 2. Метод механохимической активации.</p> <p>Тема 1. Кинетика и энергетический баланс в механохимических превращениях.</p> <p>Тема 2. Механохимическое активирование индивидуальных реагентов и их смесей.</p> <p>Тема 3. Синтез органических и элементоорганических соединений в условиях механохимической активации.</p> <p>Тема 4. Механохимический синтез полиэлементоорганических осилоксанов.</p>	ПК-2.1 ПК- 2.2	<p><b>Знает:</b> правила работы в патентно-информационных базах данных.</p> <p><b>Знает:</b> правила анализа и обобщения результатов патентного поиска по тематике твердофазного синтеза.</p>	<p>Собеседование перед выполнением лабораторных работ (УО-1). Тестирование (ПР-1). Проверка отчета по лабораторной работе № 18. (ПР-6),</p>	<p>Сдача коллоквиумов №2 (УО-2) (в соответствии с рейтинговой оценкой знаний). Экзаменационные вопросы №№29-30</p>
			<p><b>Умеет:</b> находить сведения о твердофазных процессах в патентно-информационных базах данных;</p> <p><b>Умеет:</b> анализировать и обобщать результаты патентного поиска по тематике твердофазного синтеза.</p>	<p>Проверка отчета по лабораторным работам №№ 13-18. Выполнение творческого задания (ПР-13). Участие в групповой дискуссии (УО-4).</p>	<p>Сдача коллоквиумов №2 (УО-2) (в соответствии с рейтинговой оценкой знаний). Экзаменационные вопросы №№29-30</p>
			<p><b>Владеет:</b> навыками поиска специализированной информации в патентно-</p>	<p>Проверка отчета по лабораторным работам №№ 13-17. (ПР-6) Собеседование (УО-1).</p>	<p>Сдача коллоквиумов №2 (УО-2) (в соответствии с рейтинговой оценкой знаний).</p>

			информационных базах данных; <b>Владеет:</b> навыками патентного поиска по тематике твердофазного синтеза.	Выполнение творческого задания (ПР-13)	Экзаменационные вопросы №№29-30
3.	<p>Раздел 3. Методы синтеза твердофазных материалов. Классификация методов.</p> <p>Тема 1. Синтезы с использованием физических методов гомогенизации исходной смеси. Керамический метод.</p> <p>Самораспространяющийся высокотемпературный метод. Синтез с использованием высокотемпературного нагрева.</p> <p>Тема 2. Синтезы с использованием химических методов гомогенизации исходной смеси. Золь-гель метод.</p> <p>Тема 3. Методы получения монокристаллов и тонких пленок.</p>	ПК-2.1 ПК- 2.2	<p><b>Знает:</b> правила работы в патентно-информационных базах данных.</p> <p><b>Знает:</b> правила анализа и обобщения результатов патентного поиска по тематике твердофазного синтеза..</p>	<p>Проверка отчета по лабораторной работе №18. (ПР-6),</p> <p>Собеседование (УО-1).</p> <p>Участие в групповой дискуссии (УО-4).</p>	<p>Сдача коллоквиумов №2 (УО-2) (в соответствии с рейтинговой оценкой знаний).</p> <p>Экзаменационные вопросы №№14-24</p>
			<p><b>Умеет:</b> находить сведения о твердофазных процессах в патентно-информационных базах данных;</p> <p><b>Умеет:</b> анализировать и обобщать результаты патентного поиска по тематике твердофазного синтеза.</p>	<p>Проверка отчета по лабораторной работе № 18.(ПР-6),</p> <p>Собеседование (УО-1).</p> <p>Выполнение творческого задания (ПР-13)</p> <p>Участие в групповой дискуссии (УО-4).</p>	<p>Сдача коллоквиумов №2 (УО-2) (в соответствии с рейтинговой оценкой знаний).</p> <p>Экзаменационные вопросы №№14-24</p>
			<p><b>Владеет:</b> навыками поиска специализированной информации в</p>	<p>Проверка отчета по лабораторной работе № 18. (ПР-6),</p> <p>Собеседование</p>	<p>Сдача коллоквиумов №2 (УО-2) (в соответствии с рейтинговой оценкой</p>

			патентно-информационных базах данных; <b>Владеет:</b> навыками патентного поиска по тематике твердофазного синтеза.	(УО-1). Выполнение творческого задания (ПР-13) Участие в групповой дискуссии (УО-4).	знаний). Экзаменационные вопросы №№14-24
--	--	--	--	--	---

**II. Шкала оценивания уровня сформированности компетенций по дисциплине «Твердофазный синтез элементоорганических соединений»**  
Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения:

Тип задач	Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Научно-исследовательский	<b>ПК-2</b> Способен проводить патентно-информационные исследования в выбранной области химии и/или смежных наук	ПК-2.1. Проводит поиск специализированной информации в патентно-информационных базах данных
		ПК-2.2. Анализирует и обобщает результаты патентного поиска по тематике проекта в выбранной области химии

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
<b>ПК-2.1.</b> Проводит поиск специализированной информации в патентно-информационных базах данных	<b>Знает</b> правила работы в патентно-информационных базах данных
	<b>Умеет</b> находить сведения о твердофазных процессах в патентно-информационных базах данных
	<b>Владеет</b> навыками поиска специализированной информации в патентно-информационных базах данных
<b>ПК-2.2.</b> Анализирует и обобщает результаты патентного поиска по тематике проекта в выбранной области химии	<b>Знает</b> правила анализа и обобщения результатов патентного поиска по тематике твердофазного синтеза
	<b>Умеет</b> анализировать и обобщать результаты патентного поиска по тематике твердофазного синтеза
	<b>Владеет</b> навыками патентного поиска по тематике твердофазного синтеза

**Критерии оценки знаний умений и навыков при текущей проверке**

**I. Оценка устных ответов:**

**Отметка "Отлично"**

1. Дан полный и правильный ответ на основе изученных теорий.
2. Материал понят и изучен.
3. Материал изложен в определенной логической последовательности, литературным языком.

4. Ответ самостоятельный.

#### **Отметка "Хорошо"**

1, 2, 3, 4 – аналогично отметке "Отлично".

5. Допущены 2-3 несущественные ошибки, исправленные по требованию учителя, наблюдалась "шероховатость" в изложении материала.

#### **Отметка "Удовлетворительно"**

1. Учебный материал, в основном, изложен полно, но при этом допущены 1-2 существенные ошибки (например, неумение применять законы и теории к объяснению новых фактов).

2. Ответ неполный, хотя и соответствует требуемой глубине, построен несвязно.

#### **Отметка "Неудовлетворительно"**

1. Незнание или непонимание большей или наиболее существенной части учебного материала.

2. Допущены существенные ошибки, которые не исправляются после уточняющих вопросов, материал изложен несвязно.

### **Примерный перечень оценочных средств (ОС)**

#### **I. Устный опрос**

1. Собеседование (УО-1) (Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.) - Вопросы по темам/разделам дисциплины.

2. Коллоквиум (УО-2) (Средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное как учебное занятие в виде собеседования преподавателя с обучающимися.)- Вопросы по темам/разделам дисциплины.

4. Доклад (УО-3) Продукт самостоятельной работы обучающегося, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебноисследовательской или научной задачи.

3. Групповая дискуссия (УО-4) (Групповая дискуссия – рассмотрение, анализ различных позиций, точек зрения ученых на содержание той или иной проблемы, концепции выбора путей практической реализации стоящих перед обучающимися задач.) - Тема, вопросы для обсуждения. Задания для подготовки.

4. Экзамен (Средство промежуточного контроля) – Вопросы к экзамену, образцы билетов.

### **Вопросы к экзамену**

#### **Вопросы к экзамену**

1. Классификация твердофазных материалов по составу

2. Классификация твердофазных материалов по структурному признаку
3. Классификация твердофазных материалов по свойствам и функциям.
4. Элементарные кристаллы.
5. Ионные кристаллы.
6. Ковалентные кристаллы.
7. Интерметаллиды.
8. Стекла.
9. Полимеры.
10. Термодинамическая оценка возможности твердофазного взаимодействия.
11. Термодинамика фазовых равновесий. Фазовые диаграммы.
12. Процессы дефектообразования и механизм твердофазных реакций.
13. Явления разноточия в кристаллах. Взаимодействие точечных дефектов.
14. Физико-химические факторы, определяющие механизм твердофазных реакций.
15. Механизм твердофазных превращений без изменения состава.
16. Кинетика твердофазных реакций. Основные понятия и методы изучения кинетики твердофазных реакций.
17. Энергия активации твердофазных реакций.
18. Природа активного состояния твердых тел.
19. Физические основы механохимии и механохимической активации.
20. Кинетика механохимических превращений.
21. Механохимический синтез элементоорганических соединений.
22. Влияние условий механической обработки на синтез и свойства химических соединений.
23. Вопросы теории и применения механохимического синтеза неорганических и органических соединений
24. Методы синтеза твердофазных материалов.
25. Синтезы с использованием физических методов гомогенизации исходной смеси.
26. Синтезы с использованием химических методов гомогенизации исходной смеси.
27. Методы получения монокристаллов.
28. Методы получения тонких пленок.
29. Правила техники безопасности при работе в химической лаборатории.
30. Правила оказания первой помощи в химической лаборатории.

## **Вопросы собеседований при проверке готовности к лабораторным работам:**

### **Тема: Меры предосторожности при работе в лаборатории**

1. Где необходимо производить все опыты с ядовитыми, неприятно пахнущими веществами, упаривание кислот и растворов?



2. Где необходимо производить опыты с легко воспламеняющимися веществами?
3. Какие правила необходимо соблюдать при работе с натрием и другими щелочными металлами?
4. При нагревании растворов в пробирке как следует ее держать?
5. Не наклонять лицо над нагреваемой жидкостью или выделяемыми веществами во избежание брызг на лицо.
6. Как определить запах пахучих веществ, в том числе и выделяющихся газов?
7. Какие правила необходимо соблюдать при работе с твердыми щелочами (измельчение крупных кусочков, наполнение щелочью осушительных колонок, приготовление смесей для сплавления и т.д.)?
8. Какие правила необходимо соблюдать при разбавлении концентрированных кислот, особенно серной?
9. Какие правила необходимо соблюдать при работе с легко воспламеняющимися жидкостями?
10. Какие правила необходимо соблюдать при работе с остатками соединений ртути, других токсичных веществ, а также соединений редких и ценных металлов?
11. Какие правила необходимо соблюдать при работе со стеклянными приборами, содержащими остатки белого и красного фосфора?
12. Какие правила необходимо соблюдать при работе со стеклянной посудой?
13. Какие правила необходимо соблюдать при работе на ротор-испарителе?
14. Какие правила необходимо соблюдать при работе на механо-химическом активаторе?

### **Оказание первой помощи в лаборатории**

1. Что необходимо делать при попадании на кожу (рук, лица и т.д.) концентрированных кислот (серной, азотной, уксусной и т.д.)?
2. Что необходимо делать при ожоге кожи растворами щелочей или кислот?
3. Что необходимо делать при попадании брызг кислоты или щелочи в глаза?
4. Что необходимо делать при ожоге горячими предметами (стекло, металлы и т.д.)?
6. Что необходимо делать при отравлении хлором, бромом, сероводородом, окисью углерода?

### **Вопросы собеседований при проверке теоретического материала**

#### **Раздел 1. Процессы дефектообразования и механизм твердофазных реакций**

1. Явления разночтения в кристаллах.

2. Взаимодействие точечных дефектов.
3. Физико-химические факторы, определяющие механизм твердофазных реакций.
4. Механизм твердофазных превращений без изменения состава.
5. Краевая дислокация.
6. Вектор Бюргерса.
7. Плотность дислокаций.
8. Теория твердофазного взаимодействия.

### **Раздел 2. Метод механохимической активации**

1. Основные понятия и методы изучения кинетики твердофазных реакций.
2. Энергия активации твердофазных реакций.
3. Механохимическое активирование индивидуальных реагентов и их смесей.
4. Природа активного состояния твердых тел.
5. Физические основы механохимии и механохимической активации.
6. Кинетика механохимических превращений.
7. Условия механохимической активации. Время синтеза, соотношение исходных веществ, масса насадки и полезной загрузки, тип активатора.
8. Синтез мономерных и полимерных соединений.
9. Особенности синтезов, в зависимости от применяемых реакций, природы исходных веществ, условий активации.
10. Синтез полиметаллоорганосилоксанов методом механохимической активации. Достоинства и недостатки метода.

### **Раздел 3. Методы синтеза твердофазных материалов.**

#### **Классификация методов.**

1. Синтезы с использованием физических методов гомогенизации исходной смеси.
2. Синтезы с использованием химических методов гомогенизации исходной смеси.
3. Методы получения монокристаллов.
4. Методы получения тонких пленок.
5. Физико-химические методы исследования элементоорганических соединений.

#### **Вопросы коллоквиумов**

##### **Раздел 1. Процессы дефектообразования и механизм твердофазных реакций**

#### **План коллоквиума № 1**

1. Классификация твердофазных материалов по составу
2. Классификация твердофазных материалов по структурному признаку
3. Классификация твердофазных материалов по свойствам и функциям.
4. Элементарные кристаллы.
5. Ионные кристаллы.
6. Ковалентные кристаллы.
7. Интерметаллиды.

8. Стекла.
9. Полимеры.
10. Термодинамическая оценка возможности твердофазного взаимодействия.
11. Термодинамика фазовых равновесий. Фазовые диаграммы.
12. Процессы дефектообразования и механизм твердофазных реакций.
13. Явления разноточения в кристаллах. Взаимодействие точечных дефектов.
14. Физико-химические факторы, определяющие механизм твердофазных реакций.

## **Раздел 2. Метод механохимической активации**

### **План коллоквиума № 2**

1. Механизм твердофазных превращений без изменения состава.
2. Кинетика твердофазных реакций. Основные понятия и методы изучения кинетики твердофазных реакций.
3. Энергия активации твердофазных реакций.
4. Природа активного состояния твердых тел.
5. Физические основы механохимии и механохимической активации.
6. Кинетика механохимических превращений.
7. Механохимический синтез элементоорганических соединений.
8. Влияние условий механической обработки на синтез и свойства химических соединений.
9. Вопросы теории и применения механохимического синтеза неорганических и органических соединений
10. Методы синтеза твердофазных материалов.
11. Правила техники безопасности при работе в химической лаборатории.
12. Правила оказания первой помощи в химической лаборатории.

### **Перечень дискуссионных тем для групповой дискуссии**

**Тема: Обсуждение результатов проведенного твердофазного синтеза на научном семинаре.**

**Метод:** Научная дискуссия. Групповое обсуждение результатов.

Примеры вопросов для обсуждения:

1. Почему полученное в продуктах соотношение элементов отличается от заданного?
2. Отличается ли состав продуктов, полученных вами в условиях механохимической активации от аналогичных продуктов, полученных в растворе?
3. Можете ли вы предложить механизм процесса?
4. Предложите способы увеличения выхода продукта.

## **II. Письменные работы**

1. Тест (ПР-1) (Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося) - Фонд тестовых заданий.

2. Творческое задание (ПР-13) (Частично регламентированное задание, имеющее нестандартное решение и позволяющее диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения) - Темы индивидуальных творческих заданий по подготовке урока.

4. Лабораторная работа (ПР -6).(Средство для закрепления и практического освоения материала по определенному разделу) - Комплект лабораторных заданий представлен в приложении 3.

### **Тестовые задания для текущей проверки**

**Тема: Механохимия и механохимическая активация твердых тел**

**Выберите правильные ответы:**

1. Термин «механохимия» относится к:
  - а) механическим реакциям между твёрдыми веществами и жидкостями;
  - б) механическим реакциям с веществами во всех агрегатных состояниях;
  - в) механическим реакциям между твёрдыми веществами и газами;
  - г) механическим реакциям между твёрдыми веществами.
2. В каких центрах проводятся исследования по механохимии:
  - а) институт кристаллографии им. А.В. Шубникова РАН;
  - б) институт физической химии и химической физики РАН;
  - в) институт физики твёрдого тела РАН;
  - г) физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН;
  - д) физико-технологический институт РАН.
3. В основу работ, посвящённых использованию мельниц для проведения механической активации, положены принципы:
  - а) при механической обработке поле напряжений возникает во всём объёме твёрдой частицы;
  - б) при механической обработке поле напряжений возникает не во всём объёме твёрдой частицы;
  - в) чередование процессов возникновения поля напряжений и его релаксации;
  - г) одновременное протекание процессов возникновения поля напряжений и его релаксации.
4. Реакция относится к механической активации, если:
  - а) время механического воздействия и формирования поля напряжений больше времени химической реакции;
  - б) время механического воздействия и формирования поля напряжений меньше времени химической реакции;
  - в) время механического воздействия и формирования поля напряжений равно времени химической реакции.
5. Мягкий механохимический синтез по Е.Г. Аввакумову это:
  - а) использование реагентов с низкой твёрдостью;
  - б) использование в качестве реагентов кристаллогидратов;

- в) проведение синтеза при низкой температуре;
  - г) проведение синтеза при низком давлении.
6. Какими процессами сопровождается релаксация поля напряжений:
- а) исчезновение дефектов в кристаллах
  - б) поглощение тепла;
  - в) выделение тепла;

**Тема: «Процессы дефектообразования и механизм твёрдофазных реакций»**

**Выберите правильные ответы:**

1. К появлению структурных дефектов ведёт
- 1. Повышение температуры.
  - 2. Понижение температуры.
  - 3. Повышение давления.
2. Символ  $A_i$  используется для обозначения:
- 1. Атом  $A$ , занимающий регулярный узел.
  - 2. Свободное междоузлие.
  - 3. Атом  $A$  в междоузлии.
3. В простейшем бинарном кристалле  $AB$  возможно образование:
- 1.  $V_A$ ,  $V_B$  и  $A_i$ ,  $B_i$ .
  - 2. Только  $V_A$  и  $V_B$ .
  - 3. Только  $A_i$  и  $B_i$ .
4. Атомные дефекты это:
- 1. Вакансии.
  - 2. «Внедрённые атомы».
  - 3. Границы зёрен.
5. «Внедрённые атомы» это:
- 1. Вид точечного дефекта.
  - 2. Ориентационное разупорядочение.
  - 3. Дислокация.
6. Если атом, покидая регулярные узлы решётки, переходит на поверхность кристалла, достраивая его, то образуется вид дефектов:
- 1. Экстраплоскость.
  - 2. Вакансия.
  - 3. «Внедрённый атом».
7. В решётке бинарного кристалла вакансии в металлической подрешётке являются:
- 1. Акцепторами или донорами.
  - 2. Только донорами.
  - 3. Только акцепторами.

**Тема: Кинетика и энергетический баланс в механохимических превращениях**

**Закончите выражения:**

1. Термодинамическая оценка возможности твердофазного взаимодействия заключается в следующем...

2. Термодинамика фазовых равновесий заключается в следующем...
3. Фазовые диаграммы – это....
4. Процессы дефектообразования заключаются в следующем...
5. Механизм твердофазных реакций заключается в следующем...
6. Явления разноточения в кристаллах заключается в следующем...
7. Взаимодействие точечных дефектов заключается в следующем...
8. Физико-химические факторы, определяющие механизм твердофазных реакций –это...
9. Механизм твердофазных превращений без изменения состава заключается в следующем...
10. Кинетика твердофазных реакций заключается в следующем...
11. Основные понятия и методы изучения кинетики твердофазных реакций – это...
12. Энергия активизации твердофазных реакций заключается в следующем...
13. Природа активного состояния твердых тел заключается в следующем...
14. Физические основы механохимии и механохимической активации заключаются в следующем...
15. Кинетика механохимических превращений заключается в следующем...
16. Механохимический синтез элементоорганических соединений применен для следующих классов соединений...
17. Влияние условий механической обработки на синтез и свойства химических соединений заключается в следующем...

**Тема: Методы синтеза твердофазных материалов. Классификация методов.**

**Закончите выражения:**

1. Методы синтеза твердофазных материалов –это...
2. Синтезы с использованием физических методов гомогенизации исходной смеси заключаются в следующем...
3. Синтезы с использованием химических методов гомогенизации исходной смеси заключается в следующем...
4. Методы получения монокристаллов заключается в следующем...
5. Методы получения тонких пленок заключается в следующем...

**Тесты для проверки тем, вынесенных на самостоятельное изучение**

**Закончите выражения:**

1. . Классификация твердофазных материалов по составу заключается в следующем...
2. Классификация твердофазных материалов по структурному признаку заключается в следующем...
3. Классификация твердофазных материалов по свойствам и функциям заключается в следующем...
4. Элементарные кристаллы – это...
5. Ионные кристаллы – это...
6. Ковалентные кристаллы –это...

7. Интерметаллиды –это...
8. Стекла – это...
9. Полимеры –это...

### **Темы индивидуальных творческих заданий/проектов**

#### **Индивидуальные творческие задания (проекты):**

**Тема №1. Проведение механохимического синтеза вещества. Выделение продукта.**

**Метод:** Исследовательский. Работа по индивидуальному заданию.

Индивидуальное задание:

- Проведение механохимического синтеза вещества; формула вещества и количество вещества согласуются с преподавателем. Методика синтеза подбирается, исходя из природы вещества и анализа литературных источников.
- Изучение зависимости выхода продуктов от различных факторов: времени активации, природы исходных веществ, массы насадки и других.
- Изучение состава и структуры полученных соединений.

**Темы №2 Изучение состава и структуры полученных соединений**

**Метод:** Исследовательский. Работа по индивидуальному заданию.

При исследовании структуры использовать современные физико-химические методы.

**Задание на дом:** Подготовка сообщения о полученных результатах ,с их презентацией.

План сообщения:

1. Цели и задачи исследования;
2. Результаты и их обсуждение;
3. Выводы.

**Тема №3. Провести патентный поиск по твердофазному синтезу элементоорганических соединений.**

Методы синтеза. Состав продуктов.