

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ  
ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ И НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ ИМ.Н.С.КУРНАКОВА  
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
(ИОНХ РАН)

Рабочая программа дисциплины  
**ТВЕРДОФАЗНЫЕ РЕАКЦИИ**

Направление подготовки  
**04.06.01 – ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ**

Направленность (профиль) программы  
**Химия твердого тела**

Квалификация (степень)  
**Исследователь. Преподаватель-исследователь**

**Нормативный срок обучения – 4 года**  
**Форма обучения – очная**

Москва  
2018 г.

## **1. Цели и задачи освоения дисциплины**

Целью учебного курса «Твердофазные реакции» является расширение и углубление знаний аспирантами основных теоретических понятий о взаимодействии твердофазных веществ друг с другом и протекающих при этом превращениях, а так же ознакомление аспирантов о роли твердофазных реакций в технологических схемах современных производств.

Основными задачами изучения учебного курса является формирование у аспирантов углубленных знаний по основным видам твердофазных взаимодействий, без понимания и освоения которых невозможна подготовка высококвалифицированных специалистов и преподавателей высших учебных заведений.

## **2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО**

Настоящая дисциплина «Твердофазные реакции» - модуль основной профессиональной образовательной программы высшего образования – программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по направлению подготовки 04.06.01 – Химические науки по специальности 02.00.21 – Химия твердого тела.

Дисциплина является продолжением основополагающих дисциплин «Химия твердого тела» и «Неорганическая химия», изучаемых в ВУЗах, а также курсов «Методы исследования твердых тел».

В курсе рассматриваются природа активного состояния твердых тел, особенности кинетики и механизмов твердофазных взаимодействий, позволяющие установить лимитирующую стадию процесса. Основной целью изучения дисциплины является углубленное ознакомление аспирантов с современным состоянием исследования твердофазных процессов.

## **3. Требования к результатам освоения дисциплины**

В рамках данной дисциплины углубляются и развиваются следующие компетенции:

*Универсальные компетенции:*

- способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);

- готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач (УК-3).

*Общепрофессиональные компетенции:*

- способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1);

- готовность организовать работу исследовательского коллектива в области химии и смежных наук (ОПК-2);

- готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования (ОПК-3).

*Профессиональные компетенции:*

- способность к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по специальности 02.00.21 Химия твердого тела (ПК-1);

- владение методами отбора материала, преподавания и основами управления процессом обучения в образовательных организациях высшего образования (ПК-2).

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 часа).

Дисциплина изучается на втором году аспирантуры. Дисциплина состоит из 4 разделов.

##### 4.1 Структура дисциплины

№ п/п	Наименование дисциплины	Объем учебной работы (в часах)						Вид итогового контроля	
		Всего	Всего аудит.	Из аудиторных					Сам. работа
				Лекц.	Лаб.	Прак	КСР		
1.	Твердофазные реакции	108	43	13	30	-	-	65	кандидатский экзамен по специальности

##### 4.2 Содержание дисциплины

###### 4.2.1 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел Дисциплины	Виды учебной работы, и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа
		Лек.	Лаб.	Пр.	КСР	
1.	Общие принципы твердофазных реакций	4	8	-	-	17
2.	Экспериментальное осуществление твердофазных реакций	3	8	-	-	16
3.	Кинетика твердофазных реакций	3	7	-	-	16
4.	Активное состояние твердофазных реагентов и продуктов	3	7	-	-	16



#### 4.2.2 Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Форма проведения занятий
1.	Общие принципы твердофазных реакций	Реакционная способность твердых тел. Площадь поверхности твердых тел. Реакции, контролируемые диффузией. Кинетические уравнения. Термодинамика зародышеобразования. Топотаксические и эпитаксиальные реакции. Структура поверхности и реакционная способность.	Лекции, лабораторные, самостоятельная работа аспиранта
2.	Экспериментальное осуществление твердофазных реакций	Исходные вещества для реакций. Приготовление реакционной смеси. Материалы контейнеров. Термообработка.	Лекции, лабораторные, самостоятельная работа аспиранта
3.	Кинетика твердофазных реакций	Основные понятия и методы изучения кинетики твердофазных реакций. Особенности кинетики реакций с участием твердых фаз. Методы Изучения кинетики твердофазных реакций. Кинетические модели и уравнения политермической и изотермической кинетики. Формальное уравнение кинетики и способы определения его параметров. Диффузионные модели. Уравнение сжимающихся сферы и цилиндра. Модели реакций, лимитируемых процессами на границе раздела фаз. Модели зародышеобразования.	Лекции, лабораторные, самостоятельная работа аспиранта
4.	Активное состояние твердофазных реагентов и продуктов	Активация твердофазных процессов под воздействием излучения. Механохимическая активация индивидуальных реагентов и процессов. Влияние химической и термической предыстории. Активация твердых фаз введением микродобавок. Активация реакционных смесей в процессе твердофазного взаимодействия.	Лекции, лабораторные, самостоятельная работа аспиранта

#### 5. Образовательные технологии

Основными образовательными технологиями, используемыми при реализации учебной работы, являются лекции, семинары ведущих отечественных и зарубежных ученых и консультации с преподавателями; проведение лабораторных работ в лаборатории, участие обучаемых в научной работе и выполнение исследовательских проектов.

**6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспирантов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

Самостоятельная работа аспирантов предполагает проработку лекционного материала в читальном зале библиотеки, в лабораториях, с доступом к лабораторному оборудованию, приборам, базам данных, к ресурсам Интернет. Кроме того, аспирантам предлагается конспектирование и проработка материала научных докладов на заседаниях Ученого Совета ИОНХ РАН, его секций, диссертационных советов по специальности, участие в работе научных конференций и школ, работу в библиотеке и на сайтах электронных изданий.

Форма контроля знаний – кандидатский экзамен в конце курса, включающий теоретические вопросы.

**7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

При изучении дисциплины аспиранты используют основную и дополнительную литературу, рекомендованную преподавателем. Кроме того, преподаватель может рекомендовать аспиранту ознакомиться с дополнительными материалами методического характера.

<b>Название электронного или печатного ресурса (основная или дополнительная)</b>	<b>Тип</b>	<b>Кол-во экз.</b>
<b>Основная литература:</b>		
Вест А. Химия твердого тела. Теория и приложения. М. Мир. 1988	печ.	2
Третьяков Ю.Д., Кнотько А.В. Химия твердого тела. Уч.пособие-М.;ACADEMIA,2006-302с.	печ.	1
Третьяков Ю.Д.Путляев В.И. Введение в химию твердофазных материалов . М. Наука. 2006	печ.	1
Кукушкин Ю.Н. Термические превращения координационных соединений в твердой фазе -176с. Л.; Изд-во ЛГУ,1981	печ.	2
Фохльман Б. Химия новых материалов и нанотехнологий Долгопрудный. Издательский дом ИНТЕЛЛЕКТ. 2011	печ.	1
Браун М., Доллимор Д., Галвей А. Реакции твердых тел М. Мир. 1983	печ.	1
<b>Дополнительная литература:</b>		
Драго А. Физические методы в химии. М.: Мир. 1981. тт.1-2.	печ.	3
Ахметов Н.С. Общая и неорганическая химия. 3-е изд.М.: Высш.шк. 1998, 2005, 2008.	печ.	3
Карапетьянц М.Х., Дракин С.И. Общая и неорганическая химия. М.: Химия. 2001.	печ.	2
Суворов А.В., Никольский А.Б. Общая химия. М.: Мир. 1994, 1995, 2007.	печ.	3
Хьюи Дж. Неорганическая химия: строение вещества и реакционная способность. М.: Химия. 1987.	печ.	2
Спицын В.И., Мартыненко Л.И. Неорганическая химия. М.: Изд. Моск.ун-та. 1991, 1994. т.1,2.	печ.	2
Угай Я.А. Общая и неорганическая химия. М.: Высш.шк. 2007.	печ.	1
Турова Н.Я. Справочные таблицы по неорганической химии –М.; «Химия»,1977-116с.	печ.	3
Третьяков Ю.Д. Неорганическая химия. Химия элементов:в 2 кн.-М.;2001	печ.	1
Кукушкин Ю.Н. Кукушкин Ю.Н. Теория и практика синтеза координационных	печ.	2



соединений –М.;1990-260с.		
Майер Вероника Р. Практическая высокоэффективная жидкостная хроматография / Майер В.Р.; Петухов Иван Алексеевич [и др.] (пер.). — Изд. 5-е. — М.: Техносфера, 2017	печ.	1
Естественные и технические науки (ВАК), RUS, 2016 (10, 11), Журнал	печ.	1
Неньютоновское течение дисперсных, полимерных и жидкокристаллических систем: структурный подход / Кирсанов Е.А., Матвеев В.Н. — М.: Техносфера, 2016	печ.	1

### **Интернет-ресурсы:**

Институт имеет доступ к информационным ресурсам E-library, Web of Science, Scopus, Springer.

### **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

В ИОНХ РАН имеется необходимая материально-техническая база для проведения лекций и лабораторных занятий по дисциплине «Твердофазные реакции», а именно: учебные аудитории, конференц-залы, презентационное оборудование и т.п. Компьютеры, объединенные в локальную сеть с выходом в Интернет и подключенные к международным и российским научным базам данных и электронной библиотеке с основными международными научными журналами.

Лаборатории оснащены современными приборами для синтеза неорганических соединений и материалов: стеклянная и пластиковая химическая посуда отечественного и иностранного производства, спектральное и лабораторное оборудование для рутинных измерений, реакционные установки, вакуумные системы, лабораторные печи, хроматографы.

Программа составлена в соответствии с требованиями следующих нормативных документов:

1. Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ;
2. Приказ Минобрнауки России от 30 июля 2014 г. № 869 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 04.06.01 – Химические науки (уровень подготовки кадров высшей квалификации)»;
3. Приказ Министерства образования и науки РФ от 19.11.2013 №1259 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре)».

Автор(ы):

к.х.н. А.Е. Баранчиков