

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Ордена Трудового Красного Знамени
Институт химии силикатов им. И.В. Гребенщикова
Российской академии наук
(ИХС РАН)

199034, Санкт-Петербург
наб. Макарова д. 2
тел.: (812) 328-07-02
факс: (812) 328-22-41
E-mail: ichsran@isc.nw.ru

ИНН 7801019101
КПП 780101001
ОГРН 1037800041399

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИХС РАН, д.т.н.



И.Ю. Кручина

«30» декабря 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**«РАСТВОРНЫЕ МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ
НЕОРГАНИЧЕСКИХ И ОРГАНО-НЕОРГАНИЧЕСКИХ МИКРО- И
НАНОМАТЕРИАЛОВ»**

Направление подготовки: 04.06.01 Химические науки

Направленность подготовки: Физическая химия

Квалификация: Исследователь. Преподаватель-исследователь

Форма обучения: Очная

Вариативная часть ООП (дисциплины по выбору)

Трудоёмкость в зачётных единицах: 3

Форма промежуточной аттестации:

дифференцированный зачет

Санкт-Петербург
2020

Рабочая программа дисциплины (модуля) (РП) составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, на основании ООП ВО и учебных планов ИХС РАН по направлению подготовки: 04.06.01 Химические науки
направленность подготовки: Физическая химия

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цель дисциплины – закрепление аспирантами теоретических и технологических основ получения растворными (жидкофазными) методами микро- и наноматериалов (в т.ч., композиционных и органо-неорганических: высокодисперсных и нанодисперсных оксидов и композитов, органо-неорганических мембран, электродных и каталитических материалов, тонкослойных покрытий), приобретение знаний о стабилизации дисперсий наночастиц в полярных и неполярных средах и самоорганизации наночастиц в пленках и объемных структурах, формирование естественнонаучного мировоззрения и способности использовать основные законы химии и методы химической технологии в профессиональной деятельности. Знакомство с современными достижениями в области растворных методов синтеза и исследования, как растворных систем, так и продуктов синтеза.

Основными задачами дисциплины является изучение:

- теоретических основ приемов получения микро- и наноструктур с использованием растворов и коллоидных систем;
- классификации наноструктур;
- особенностей нано-, мезо- и макро структуры порошков и композиционных материалов и покрытий
- областей применения порошков, покрытий, мембранных и каталитических материалов, в т.ч. для целей биологии, медицины и сельского хозяйства

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

2.1. Учебная дисциплина (модуль) «**Растворные методы получения микро- и наноструктурированных неорганических и органо-неорганических материалов**» относится к Вариативной части Блока 1 «Дисциплины(модули)».

2.2. Трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетные единицы (з.е.) или 108 академических часов (час), в том числе:

- 17 час аудиторных занятий и 91 час самостоятельной работы.

2.3. Изучение дисциплины опирается на знания, умения и навыки, приобретенные при изучении дисциплин:

- | | |
|-------------------------|--|
| - неорганическая химия; | - количественный и качественный анализ; |
| - коллоидная химия; | - теоретические основы синтеза микро - и наноматериалов. |
| -органическая химия; | |
| - физическая химия; | |

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения учебной дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций (табл. 1):

Таблица 1
Формируемые учебной дисциплиной знания, умения, навыки

Код компетенции	Знания, умения, владения	
УК-1: способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	<i>Знать</i>	Классификацию, строение и основные свойства неорганических и органо-неорганических композиционных материалов
	<i>Уметь</i>	пользоваться физико-химическими основами и основными закономерностями процессов при разработке методик синтеза материалов
	<i>Владеть</i>	навыками работы с научной литературой с целью определения направления исследования и решения специализированных задач
ОПК-1: Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникативных технологий	<i>Знать</i>	Лабораторную и приборную базы для получения веществ и материалов
	<i>Уметь</i>	- Использовать различные информационные ресурсы, в т.ч. из сети «Интернет», для получения научных данных в области химии; - Использовать лабораторную и приборную базы в соответствии с научной задачей
	<i>Владеть</i>	Современными способами обработки результатов, навыками анализа научно-технической литературы
ПК-1: Способность и готовность к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов в области неорганической, физической и коллоидной химии и технологии силикатных и тугоплавких неорганических материалов	<i>Знать</i>	Методы получения неорганических и органо-неорганических композиционных материалов, пленок и покрытий материалов, области применения этих методов
	<i>Уметь</i>	Выбирать оптимальный метод синтеза для определенного неорганического или органо-неорганического материала .

4. Структура и содержание дисциплины (модуля)
4.1. Разделы (модули) и темы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Трудоемкость по видам учебной работы (час.)				Формы самостоятельной работы*/
		Всего	Очная форма обучения			
			ЛЗ	С	СР	
1	Наноматериалы и их классификация	18	1	2	15	РЛ
2	Растворные методы синтеза микро- и наноматериалов	18	1	2	15	РИР, РЛ
3	Химические процессы и структура материалов на микро- и макроуровнях.	17	1	1	15	РИР, РЛ
4	Коллоидные характеристики растворов и суспензий. Устойчивость дисперсий.	18	1	2	15	РЛ
5	Классификация, структура и свойства композиционных материалов. Структуры ядро-оболочка	1	1			
6	Синтез и исследования на стыке наук. Материалы нового поколения. Био-магнетизм. Области применения продуктов растворного синтеза	18	1	2	15	РЛ
7	Итоговый контроль (в том числе, подготовка к сдаче зачета) Дифференциальный зачет	18	2		16	РЛ
Итого:		108	8	9	91	

*/ формы самостоятельной работы: Выполнение комплексных расчетно-исследовательских работ (РИР) Работа с нормативными документами, литературой (РЛ)

Примечание: ЛЗ – лекционное занятие, С – семинары, СР – самостоятельная работа обучающихся.

4.2. Содержание лекционных занятий:

№ п/п	Содержание	Кол-во уч. часов
1	Тема: Наноматериалы и их классификация. Основные понятия. Классификация наноструктур. Нульмерные, одномерные, тубулярные, двумерные и трехмерные наноструктуры.	1
2	Тема: Растворные методы синтеза нано- и микроматериалов: - Золь-гель технология. - Совместная кристаллизация. - Осаждение из растворов; Методы получения тонких пленок - Гидротермальный метод. - Сольвотермический метод. - Темплатный метод - Электрохимические методы. - Синтез слоевых материалов методом Ленгмюра-Блоджет. - Ионное наслаивание. - Коллоидные нанореакторы.	1
3	Тема: Химические процессы и структура материалов на микро- и макроуровнях. - Свойства материалов на различных масштабных уровнях. - Понятие о фрактальности материалов.	1
4	Тема: Коллоидные характеристики растворов и суспензий. Устойчивость дисперсий. - Введение в химию коллоидных систем. - Свойства наночастиц в жидкой коллоидной среде. Понятие об устойчивости дисперсий.	1
5	Тема: Классификация, структура и свойства композиционных материалов. Структуры ядро-оболочка. - Определения и понятия. Классификации. - Особенности синтеза, структура и свойства неорганог-неорганических и органо-неорганических материалов. Композитные пленки и покрытия. - Структуры ядро-оболочка. Классификация, особенности структуры, назначение, способы получения.	1
6	Тема: Синтез и исследования на стыке наук. Материалы нового поколения. Биоманетизм. Области применения продуктов растворного синтеза. - Магнитные материалы, мультиферроики. - Понятие магнитотактических бактериях и области их применения. - Использование порошков в керамической технологии (проводящая керамика, биокерамика) - Функциональные и защитные пленки и покрытия. - Электродные и электролитные материалы. - Носители лекарств. - Препараты для сельского хозяйства.	1

4.3. Содержание тем семинаров, практических занятий

п/п	Наименование темы и содержание	Трудоемкость, ч.	
		С	СР
1	Наноматериалы и их классификация	2	15
2	Растворные методы синтеза микро- и наноматериалов. Расчетно-практические работы по методам синтеза: золь-гель, осаждение из растворов, гидротермальный, электрохимический.	2	15
3	Химические процессы и структура материалов на микро- и макроуровнях.	1	15
4	Коллоидные характеристики растворов и суспензий. Устойчивость дисперсий.	2	15
5	Синтез и исследования на стыке наук. Материалы нового поколения. Биоматнетизм. Области применения продуктов растворного синтеза.	2	15

5. Оценочные средства промежуточной аттестации

Контроль знаний аспирантов осуществляется в форме *дифференцированного зачета*, который является формой промежуточной аттестации аспиранта.

На дифференцированном зачете задаются 2 вопроса из перечня контрольных вопросов. Для промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине образован фонд оценочных средств в виде задания контрольных вопросов.

Примерные контрольные вопросы	Формируемые компетенции
Какое значение имеют поверхностные явления для науки и практики? Чем вызвано разнообразие коллоидного мира? Чем обусловлены особенности поверхностных слоев? Какие явления называются поверхностными и каковы причины, их вызывающие? Какую роль играют размерные (масштабные) эффекты в наноразмерных системах?	УК-1, ОПК-1
Как образуется двойной электрический слой? Каково строение ДЭС? Что называют поверхностным и электрокинетическим потенциалами? Что такое коллоидная система? Устойчивость дисперсионной системы.	ОПК-1
Классификация, структура и свойства композиционных материалов. Особенности синтеза, структура и свойства неоргано-неорганических и органо-неорганических материалов. Композитные пленки и покрытия.	УК-1, ОПК-1
Дайте определение понятия «наноматериалы» и «нанотехнология». Охарактеризуйте основные разновидности наноматериалов. Какие особенности наноматериалов? В чем сходство и различие кластеров, наночастиц и нанопорошков?	ОПК-1
Что такое фрактал и его важнейшие характеристики. Типичные примеры фрактальных сред. В чем отличие математического и физического фрактала. В чем отличие поверхностного и массового фрактала.	ОПК-1
Что такое структура ядро-оболочка? Классификация, особенности структуры, назначение, способы получения.	ОПК-1, ПК-1

Какие типы золь-гелей Вы знаете? Какие типы материалов можно получать, используя золь-гель процесс? Какие классификации золь-гель процессов Вы знаете? Что такое органо-неорганические композиты: приемы их получения, классификация, структура, свойства? Ассортимент материалов, получаемых по золь-гель технологии.	ПК-1
Перечислите способы получения тонких пленок. Какова наноструктура тонких 'spin-on glass' пленок? Какие области применения тонких пленок, Вы знаете?	УК-1, ПК-1
Темплатный синтез. Особенности получения и применения пористых материалов и носителей лекарств.	ПК-1
Определите области применения продуктов растворного синтеза. Использование порошков в керамической технологии. Функциональные и защитные пленки и покрытия. Электродные и электролитные материалы. Пористые материалы. Композитные материалы.	ПК-1
Сущность методов совместного осаждения и совместная кристаллизация. Основные этапы синтеза. Какие «плюсы» и «минусы» есть у химического осаждения и совместной кристаллизации как методов синтеза нанопорошков?	ПК-1
Получение микро- и наноматериалов методом электрохимического осаждения. Какие достоинства и недостатки имеет этот метод?	ПК-1
Объясните основные принципы метода Ленгмюра-Блоджетт. Поясните физический смысл π -A изотермы сжатия. Расскажите о фазовых состояниях монослоя и об обобщенной изотерме сжатия монослоя. Какие фазовые состояния монослоя используются для переноса монослоя с поверхности субфазы на твердую подложку? Приведите основные критерии, по которым можно сделать вывод о факте переноса, типе и дефектности пленки ЛБ.	ПК-1
Каковы особенности гидротермальных процессов и преимущества гидротермального синтеза соединений по сравнению с другими методами? Сольвотермический способ как разновидность гидротермального метода получения наноструктурированных материалов.	ПК-1
В чем заключается принцип «химической сборки», лежащий в основе послойного синтеза материалов "step by step"? Какие достоинства и недостатки имеет метод ИН? Приведите классификацию процессов ИН в соответствии с основными типами реакций катионов и анионов в растворах. Приведите общую схему и примеры синтеза нанослоев с участием ионов и наночастиц.	ПК-1
Материалы нового поколения - магнитные материалы, мультиферроики. Методы их получения. Понятие о магнитотактических бактериях и области их применения.	УК-1, ПК-1

Результаты зачета определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»

- для оценки «отлично» - наличие глубоких и исчерпывающих знаний в объеме пройденного программного материала, правильные и уверенные действия по применению полученных знаний на практике, грамотное и логически стройное изложение материала при ответе, знание дополнительных источников информации;
- для оценки «хорошо» - наличие твердых и достаточно полных знаний программного материала, незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильные действия по применению знаний на практике, четкое изложение материала;
- для оценки «удовлетворительно» - наличие твердых знаний пройденного материала, изложение ответов с ошибками, уверенно исправляемыми после дополнительных

вопросов, необходимость наводящих вопросов, правильные действия по применению знаний на практике;

- для оценки «неудовлетворительно» - наличие грубых ошибок в ответе, непонимание сущности излагаемого вопроса, неумение применять знания на практике, неуверенность и неточность ответов на дополнительные и наводящие вопросы.

6. Образовательные технологии по дисциплине

В процессе обучения применяются следующие образовательные технологии: лекции с использованием презентаций, метод малых групп.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература:

1. Морачевский А.Г. Физическая химия. Поверхностные явления и дисперсные системы: Учебное пособие. – 2-е изд., СПб: Изд-во «Лань», 2015 – 160 с.

2. Мошников В.А., Таиров Ю.М., Хамова Т.В., Шилова О.А. Золь-гель технология микро- и нанокompозитов: учебное пособие / Под ред. О.А. Шиловой. –СПб: Изд-во «Лань», 2013 –304 с.

Мошников В.А., Таиров Ю.М., Хамова Т.В., Шилова О.А. Золь-гель технология микро- и нанокompозитов : учебное пособие / О. А. Шилова. — Санкт-Петербург: Лань, 2013. — 304 с. — ISBN 978-5-8114-1417-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/12939>

3. Ахметов Н.С. Общая и неорганическая химия. Уч. Для вузов, (5-е и 7-е изд.) М. Высшая школа, (2003, 2009), 743 с.

Ахметов, Н. С. Общая и неорганическая химия : учебник / Н. С. Ахметов. — 11-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 744 с. — ISBN 978-5-8114-4698-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/130476>

4. Тархов, К. Ю. Общая и неорганическая химия. Окислительно-восстановительные реакции и химическое равновесие. Сборник заданий и вариантов : учебное пособие / К. Ю. Тархов. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 80 с. — ISBN 978-5-8114-3302-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/111891>

5. Гамеева, О. С. Физическая и коллоидная химия : учебное пособие / О. С. Гамеева. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 328 с. — ISBN 978-5-8114-4869-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/126711>

Гамеева О.С. Физическая и коллоидная химия: учебное пособие. – 5-е изд., СПб: Изд-во «Лань», 2020 –328 с.

7.2. Дополнительная литература

1. Максимов А.И., Мошников В.А., Таиров Ю.М., Шилова О.А. Основы золь-гель технологии нанокompозитов. СПб.: ООО «Техномедиа» / Изд-во «Элмор», 2008. 255 с.

2. Иванов-Шиц А.К., Мурин И.В. Ионика твердого тела: В 2 т. Том 1. — СПб.: Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2010. — 616 С.

3. Иванов-Шиц А.К., Мурин И.В. Ионика твердого тела: В 2 т. Том 2. — СПб.: Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2010. — 1000 С.

4. Новый справочник химика и технолога. Электродные процессы. Химическая кинетика и диффузия. Коллоидная химия /ред. Тома С.А. Симанова. СПб.: Проффессионал. 2004. 838 с.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-технической базой, обеспечивающей проведение занятий, являются аудитории ИХС РАН (конферен-зал и выставочный зал), которые оснащены видеопроекционным оборудованием для презентаций, экраном, WiFi, компьютером с доступом к сети Интернет, а также помещение для самостоятельной работы, оснащенное компьютерами с доступом в Интернет.