

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Химический факультет
Кафедра аналитической и фармацевтической химии



«Утверждаю»
Проректор по научной работе и
инновациям
Н.А. Ашурбеков
« 06 » 2019 г.

Рабочая программа дисциплины
«Нанохимия и высокие технологии»

по направлению подготовки: 04.06.01 Химические науки

Уровень образования: подготовка кадров высшей квалификации
(аспирантура)

Направленность (профиль) аналитическая химия, физическая химия,
органическая химия, электрохимия

Квалификация (степень) выпускника: «Исследователь. Преподаватель-
исследователь»

Статус дисциплины: дисциплина по выбору

Махачкала 2019

Рабочая программа дисциплины составлена в 2019 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки: 04.06.01 Химические науки квалификация выпускника: «Исследователь. Преподаватель-исследователь»

от «30» июля 2014 г. №869.

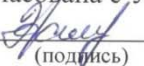
Разработчик: кафедра аналитической и фармацевтической химии, Рамазанов Арсен Шамсудинович, д.х.н., профессор

Рабочая программа дисциплины одобрена:
на заседании кафедры аналитической и фармацевтической химии
от « 29 » мая 2019 г., протокол № 10.

Зав. кафедрой  Рамазанов А.Ш.
(подпись)

на заседании Методической комиссии химического факультета
от «21» июня 2019 г., протокол №10.

Председатель  Гасангаджиева У.Г.

Рабочая программа дисциплины согласована с Управлением аспирантуры и докторантуры «25» 06 2019 г.  Рамазанова Э.Т.
(подпись)

Аннотация

Дисциплина «Нанохимия и высокие технологии» входит в вариативную часть дисциплины по выбору (Б1.В.ДВ.1) образовательной программы аспирантуры по направлению 04.06.01 Химические науки.

Дисциплина реализуется на факультете химическом кафедрой аналитической и фармацевтической химии.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с формированием у аспирантов системы знаний о нанохимии, синтезе и анализе наноматериалов, применении современных нанотехнологий в химии, биологии и медицине.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: Универсальные: УК-1, УК-2, общепрофессиональных – ОПК-1, профессиональных – ПК-1; ПК-2, ПК-3, ПК-5.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: лекции, практические занятия, самостоятельная работа.

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме контрольных работ, коллоквиумов и промежуточный контроль в форме зачета.

Объем дисциплины 2 зачетные единицы, в том числе в академических часах по видам учебных занятий 72 часа.

1. Область применения и нормативные ссылки

Настоящая программа учебной дисциплины устанавливает минимальные требования к знаниям и умениям обучающегося в аспирантуре по направлению подготовки кадров высшей квалификации и определяет содержание и виды учебных занятий и отчетности.

Программа предназначена для преподавателей, ведущих данную дисциплину, и обучающихся направления подготовки 04.06.01. Химические науки, изучающих дисциплину «Нанохимия и высокие технологии».

Программа разработана в соответствии с:

- Федеральным государственным образовательным стандартом <http://science.dgu.ru/eduprogram/04.06.01.pdf>, утвержденным приказом Минобрнауки РФ от 30 июля 2014г.№869;
- Образовательной программой 04.06.01 Химические науки;
- Учебным планом университета по направлению подготовки 04.06.01 Химические науки, утвержденным в 2019 г.

Объем дисциплины 2 зачетные единицы, в том числе в академических часах по видам учебных занятий 72 академических часа.

| Се- местр | Учебные занятия | | | | | | Форма промежуточной аттестации (зачет) | |
|--------------|--|----------------------|----------------------|-----|--------------|---------------------------|--|-------|
| | в том числе | | | | | | | |
| | Контактная работа обучающихся с преподавателем | | | | | СРС, в том числе зачет | | |
| | Все го | из них | | | | | | |
| Лекции | | Лабораторные занятия | Практические занятия | КСР | консультации | | | |
| 3 сем. | 72 | 6 | - | 4 | - | - | 62 | зачет |

Цели и задачи освоения дисциплины:

Целью освоения дисциплины «Нанохимия и высокие технологии» является формирование у аспирантов системы знаний о нанохимии, синтезе и анализе наноматериалов, применении современных нанотехнологий в химии, биологии и медицине.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре

В результате освоения программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине (модулю):

| Коды компетенции | Результаты освоения ОПОП Содержание компетенций* | Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине |
|------------------|--|--|
| УК-1 | способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях | знать: методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских |

| | | |
|-------|---|---|
| | | <p>и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях.</p> <p>уметь: анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов.</p> <p>владеть: навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях.</p> |
| УК-2 | <p>способностью проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки</p> | <p>знать: основные концепции современной философии науки, основные стадии эволюции науки, функции и основания научной картины мира.</p> <p>уметь: использовать положения и категории философии науки для анализа и оценивания различных фактов и явлений.</p> <p>владеть: навыками анализа основных мировоззренческих и методологических проблем, в.т.ч. междисциплинарного характера, возникающих в науке на современном этапе ее развития.</p> |
| ОПК-1 | <p>способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий</p> | <p>знать: цели и задачи научных исследований по направлению деятельности, базовые принципы и методы их организации; основные источники научной информации и требования к представлению информационных материалов.</p> <p>уметь: составлять общий план работы по заданной теме, предлагать методы исследования и способы обработки результатов, проводить исследования по согласованному с руково-</p> |

| | | |
|------|---|--|
| | | <p>дителем плану, представлять полученные результаты.</p> <p>владеть: систематическими знаниями по направлению деятельности; углубленными знаниями по выбранной направленности подготовки, базовыми навыками проведения научно-исследовательских работ по предложенной теме.</p> |
| ПК-1 | <p>наличие представления о наиболее актуальных направлениях исследований в современной теоретической и экспериментальной химии</p> | <p>знать: современное состояние науки в области современной теоретической и экспериментальной химии.</p> <p>уметь: представлять научные результаты по теме диссертационной работы в виде публикаций в рецензируемых научных изданиях.</p> <p>владеть: методами планирования, подготовки, проведения НИР, анализа полученных данных, формулировки выводов и рекомендаций в области современной теоретической и экспериментальной химии.</p> |
| ПК-2 | <p>знание основных этапов и закономерностей развития химической науки, пониманием объективной необходимости возникновения новых направлений, наличием представления о системе фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, форм и методов научного познания, их роли в общеобразовательной профессиональной подготовке химиков</p> | <p>знать: теоретические основы традиционных и новых разделов химии и способы их использования при решении конкретных химических и материаловедческих задач.</p> <p>уметь: анализировать и обрабатывать научно-техническую информацию на основе теоретических представлений традиционных и новых разделов химии.</p> <p>владеть: навыками обработки и анализа научно-технической информации и результатов отдельных этапов работ с учетом теоретических основ традиционных и новых разделов химии.</p> |

| | | |
|------|--|---|
| ПК-3 | владение теорией и навыками практической работы в избранной области химии (в соответствии с темой диссертации) | <p>знать: теоретические и методологические основы смежных с химией математических и естественнонаучных дисциплин и способы их использования при решении конкретных химических и материаловедческих задач.</p> <p>уметь: определять необходимость привлечения дополнительных знаний из специальных разделов математических и естественнонаучных дисциплин для решения профессиональных задач.</p> <p>владеть: навыками использования теоретических основ базовых разделов математики и естественнонаучных дисциплин при решении конкретных химических и материаловедческих задач.</p> |
| ПК-5 | способностью анализировать полученные результаты, делать необходимые выводы и формулировать предложения | <p>Знать: основы информационных технологий, основные возможности и правила работы со стандартными программными продуктами при решении профессиональных задач.</p> <p>Уметь: проводить поиск научной и технической информации с использованием общих и специализированных баз данных.</p> <p>Владеть: навыками представления результатов работы в виде печатных материалов и устных сообщений.</p> |

В результате изучения дисциплины обучающийся осваивает следующие компетенции:

| Компетенция | Код по ФГОС | Дескрипторы – основные признаки освоения (показатели достижения результата) | Формы и методы обучения, способствующие формированию и развитию компетенции |
|-------------|-------------|---|---|
|-------------|-------------|---|---|

| | | | |
|----------------------|-------|---|---|
| универсальные | УК-1 | способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях | лекции, лабораторная работа, самостоятельная работа устный опрос, контрольная работа, коллоквиум |
| | УК-2 | способностью проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки | лекции, лабораторная работа, самостоятельная работа устный опрос, контрольная работа, коллоквиум |
| общепрофессиональные | ОПК-1 | <i>владеет</i> навыками планирования научного исследования, анализа получаемых результатов и формулировки выводов. <i>осуществляет</i> личностный выбор в различных профессиональных и морально-ценностных ситуациях, оценивать последствия принятого решения и нести за него ответственность перед собой и обществом. <i>знает</i> современные способы использования информационно-коммуникационных технологий в выбранной сфере деятельности. | лекции, лабораторная работа, самостоятельная работа устный опрос, контрольная работа, коллоквиум |
| профессиональные | ПК-1 | <i>проводит</i> и протоколирует химические эксперименты разного уровня сложности. <i>способен</i> проводить экспериментальные работы разного уровня сложности и обрабатывать полученные результаты. <i>умеет планировать</i> экспериментальную часть проектных и исследовательских работ, анализировать и обобщать результаты эксперимента. | лекции, лабораторная работа, самостоятельная работа устный опрос, контрольная работа, коллоквиум |
| | ПК-2 | <i>выполняет</i> необходимые действия (классификация веществ, составление схем процессов, систематизация данных и т.п.) с учетом закономерностей, формулируемых в рамках базовых химических дисциплин. <i>способен</i> использовать теорети- | лекции, лабораторная работа, самостоятельная работа устный опрос, контрольная работа, коллоквиум |

| | | | |
|--|------|---|---|
| | | ческие основы химии при планировании и организации работ по решению задач профессиональной сферы деятельности. <i>использует знания</i> теоретических основ традиционных и новых разделов химии при решении задач профессиональной сферы деятельности. | |
| | ПК-3 | <i>знает</i> теоретические и методологические основы смежных с химией математических и естественнонаучных дисциплин и способы их использования при решении конкретных химических и материаловедческих задач. <i>умеет</i> определять необходимость привлечения дополнительных знаний из специальных разделов математических и естественнонаучных дисциплин для решения профессиональных задач. <i>владеет</i> навыками использования теоретических основ базовых разделов математики и естественнонаучных дисциплин при решении конкретных химических и материаловедческих задач. | лекции, лабораторная работа, самостоятельная работа устный опрос, контрольная работа, коллоквиум |
| | ПК-5 | <i>успешно ведет</i> лабораторные журналы и своевременно оформляет результаты исследований. <i>применяет</i> методы исследований в соответствующей области знаний. <i>организовывает</i> проведение работ по патентованию и лицензированию научных достижений, регистрации изобретений. | лекции, лабораторная работа, самостоятельная работа устный опрос, контрольная работа, коллоквиум |

3. Место дисциплины в структуре ОПОП

Изучение данной дисциплины базируется на следующих дисциплинах, прохождении практик: Современные проблемы химии, Численные методы в химии, Методы обработки информации в химии.

Для освоения учебной дисциплины, обучающиеся должны владеть следующими знаниями и компетенциями:

- Современные проблемы химии: универсальные компетенции: УК-1; общепрофессиональные компетенции ОПК-1; профессиональные компетенции ПК1, 2.

- Численные методы в химии: универсальные компетенции: УК-4; общепрофессиональные компетенции: ОПК-1; профессиональные компетенции: ПК-1.

Методы обработки информации в химии: универсальные компетенции: УК-4; общепрофессиональные компетенции: ОПК-1; профессиональные компетенции: ПК-1; ПК-2.

4. Объем, структура и содержание дисциплины

4.1. Объем дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 академических часа.

4.2. Структура дисциплины.

| № п/п | Разделы и темы дисциплины | Курс | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах) | | | | Самостоятельная работа | Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам) |
|-------|---|------|--|----------------------|----------------------|-----------------------|------------------------|---|
| | | | Лекции | Практические занятия | Лабораторные занятия | Контроль самост. раб. | | |
| 1. | Достижения нанонауки и развитие нанотехнологий | 3 | 2 | - | - | - | 7 | устный опрос, тест на знание терминологии |
| 2. | Дисперсные элементы и наноматериалы | 3 | - | - | - | - | 9 | коллоквиум устный опрос, подготовка реферата |
| 3. | Классификация физико-химических методов получения дисперсных материалов и систем | 3 | 2 | - | - | - | 7 | устный опрос, контрольная работа |
| 4. | Физико-химические методы исследований дисперсных элементов и наноматериалов: микроскопия, спектральные методы | 3 | 2 | - | - | - | 7 | устный опрос, тест классификация методов: микроскопии, спектроскопии, коллоквиум |
| 5. | Методы порометрии дисперсных элементов и наноматериалов. Метод БЭТ. Экспресс методы | 3 | - | 2 | - | - | 7 | устный опрос, подготовка реферата |
| 6. | Методы очистки дисперсных систем | 3 | - | - | - | - | 9 | устный опрос, контрольная работа |
| 7. | Синтез наночастиц методами осаждения в жидких средах | 3 | - | 2 | - | - | 7 | Защита практической работы |
| 8. | Золь-гель технология наночастиц и | 3 | - | - | - | - | 9 | устный опрос, Защита практической |

| | | | | | | | | |
|---|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------------|--------|
| нанопористых материалов. Синтез наночастиц в сверхкритических жидкостях | | | | | | | | работы |
| ИТОГО: | 3 | 6 | - | 4 | - | 62 | 72 зачет | |

4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам.

| Темы лекций | | Содержание лекций (основные вопросы) |
|-------------|---|--|
| 1. | Достижения нанонауки и развитие нанотехнологий | Диафрагмы, мембраны, сепараторы, газодиффузионные электроды, каталитические слои и носители, бипористые и гидрофобизированные электроды. Их функциональное назначение, характеристики и методы получения и исследования. |
| 2. | Классификация физико-химических методов получения дисперсных материалов и систем | Классификация по агрегатному состоянию фаз. Микрогетерогенные системы. Суспензии. Эмульсии. Пены. |
| 3. | Физико-химические методы исследований дисперсных элементов и наноматериалов: микроскопия, спектральные методы | Микроскопия. Основные виды микроскопии и диапазоны применимости. Оптическая микроскопия. Электронная микроскопия. Растровая электронная микроскопия. Сканирующая микроскопия. Сканирующая туннельная и атомно-силовая микроскопия. Электрохимическая туннельная микроскопия и спектроскопия. Спектральные методы. Атомно-адсорбционная спектрометрия. Люминесцентный метод анализа. Оптические методы. Термогравиметрия. Энергодисперсный микроанализ. Распределение элементов. |

Практические работы

| №№ и названия разделов и тем | Цель и содержание практической работы |
|--|--|
| Методы порометрии дисперсных элементов и наноматериалов. Метод БЭТ. Экспресс методы | |
| Практическая работа № 1. Исследование структурных характеристик пористых электродов методом эталонной контактной порометрии. | Освоить экспрессные методы определения характеристик пористых электродов. |
| Синтез наночастиц методами осаждения в жидких средах | |
| Практическая работа № 2. Синтез наночастиц сульфида кадмия в микроэмульсии. | Освоить методику получения микроэмульсии, капли которой являются нанореактором для последующего синтеза наночастиц; синтеза наночастиц |

| | |
|--|--|
| | сульфида кадмия в микроэмульсии. Наглядное подтверждение изменения цвета дисперсии наночастиц в зависимости от их размера. |
|--|--|

5. Оценочные средства для текущего контроля и аттестации обучающегося

Примерные вопросы/ задания для самоконтроля:

1. Что такое наноматериалы и нанотехнологии?
2. Назовите типы адсорбции.
3. Каким методом проводится определение удельной поверхности твердых тел?
4. С помощью какого прибора осуществляют съемку дифрактограмм?
5. Каковы возможности метода сканирующей электронной микроскопии в исследовании поверхности твердых тел?
6. Какую информацию о поверхности твердого тела можно получить с помощью рентгенофлуоресцентного метода?
7. Что такое простая и дифференциальная термогравиметрические кривые?
8. Какие растворы и почему используются в методе Бозема?

Вопросы для оценки качества освоения дисциплины

Вопросы по текущему контролю

1. **Дисперсные элементы и наноматериалы.** Диафрагмы, мембраны, сепараторы, газодиффузионные электроды, каталитические слои и носители, бипористые и гидрофобизированные электроды. Их функциональное назначение, характеристики и методы получения и исследования.

2. **Классификация дисперсных систем.** Классификация по агрегатному состоянию фаз. Микрогетерогенные системы. Суспензии. Эмульсии. Пены.

3. **Классификация физико-химических методов получения дисперсных материалов и систем.** Диспергационные методы. Мельницы: шаровые, вибрационные, коллоидные. Ультразвуковое диспергирование. Метод Бредига. Способ Сведберга. Эффект Ребиндера. Конденсационные методы. Восстановление. Окисление. Гидролиз. Реакции обмена. Теория Веймарна. Метод Реннея. Скелетные катализаторы. Методы распыления: воздушное, вакуумное. Плазматроны, магнетроны.

4. **Порошки.** Классификация порошков и общая характеристика. Методы получения и отсева. Свойства порошков Устойчивость порошков. Прессование и прокатка порошков. Практическое применение порошков и электродов на их основе.

5. **Физико-химические методы исследования дисперсных элементов и наноматериалов. Микроскопия.** Основные виды микроскопии и диапазоны применимости. Оптическая микроскопия. Электронная микроскопия. Растровая электронная микроскопия. Сканирующая микроскопия. Сканирующая туннельная и атомно-силовая микроскопия. Электрохимическая туннельная микроскопия и спектроскопия.

6. **Спектральные методы.** Атомно-адсорбционная спектрометрия. Люминесцентный метод анализа. Оптические методы. Термогравиметрия. Энергодисперсный микроанализ. Распределение элементов.

7. **Физико-химические методы исследования структуры дисперсных элементов и наноматериалов.** Основные характеристики пористых материалов и методы их исследования. Методы порометрии. Классификация и диапазон. Метод ртутной порометрии. Метод эталонной контактной порометрии. Методы низкотемпературной адсорбции (метод БЭТ). Метод капиллярной конденсации. Метод электронной микроскопии. Экспресс методы определения характеристик пористых электродов. **Методы очистки дисперсных систем.** Диализ. Ультрафильтрация. Микрофильтрация. Электродиализ. Комбинированные методы очистки. Методы получения фильтрующих

элементов. Использование дисперсных материалов для очистки водных и газовых технологических сред.

8. Синтез наночастиц методами осаждения в жидких средах. Основные химические реакции, приводящие к синтезу наночастиц в жидких средах. Формирование золь-коллоидные растворы. Получение наночастиц золота, серебра и других благородных металлов. Получение наночастиц несферической формы. Синтез нанопроволоки и наностержней металлов. Синтез магнитных наночастиц в полярных и неполярных средах. Стабилизация наночастиц и получение магнитных жидкостей. Основные способы синтеза полупроводниковых наночастиц – контролируемого осаждения, молекулярных прекурсоров. Основные факторы, влияющие на размер синтезируемых наночастиц. Кинетический контроль роста наночастиц.

Золь-гель технология наночастиц и нанопористых материалов. Синтез наночастиц в сверхкритических жидкостях. Основные стадии золь-гель процесса. Особенности гидролиза и поликонденсации алкоксидов кремния в щелочной и кислой среде. Гелеобразование и синерезис. Удаление растворителя - образование ксерогелей и аэрогелей. Получение золь-гель методом наноматериалов на основе оксидов кремния и титана. Синтез золь-гель методом нанокомпозитов типа "неорганика-неорганика" и "органика-неорганика". Разновидности методов синтеза наночастиц и наноматериалов в сверхкритических жидкостях. Роль сверхкритической жидкости при синтезе - растворитель, соразтворитель, антирастворитель, растворенное вещество, реакционная среда. Схемы основных методов. Использование сверхкритической воды и диоксида углерода для получения наночастиц. Варианты гидро- и сольвоотермального синтеза - получение наночастиц при протекании физических и химических процессов. Основные параметры, влияющие на морфологию синтезируемых наноматериалов.

Примерный перечень вопросов к зачету по всему курсу и к каждому промежуточному контролю для самопроверки обучающихся.

Вопросы по итоговому контролю

Коллоквиум 1

Дисперсные элементы и наноматериалы

1. Диафрагмы, мембраны, сепараторы, газодиффузионные электроды, каталитические слои и носители, бипористые и гидрофобизированные электроды.
2. Функциональное назначение, характеристики и методы получения и исследования.

Коллоквиум 2

Классификация физико-химических методов получения дисперсных материалов и систем

1. Диспергационные методы.
2. Мельницы: шаровые, вибрацион-ные, коллоидные.
3. Ультразвуковое диспергирование.
4. Метод Бредига.
5. Способ Сведберга.
6. Эффект Ребиндера.
Конденсационные методы.
7. Восстановление. Окисление. Гидролиз. Реакции обмена.
8. Теория Веймарна.
9. Метод Реннея.
10. Скелетные катализаторы.
11. Методы распыления: воздушное, вакуумное.
12. Плазматроны, магнетроны.

Коллоквиум 3

Физико-химические методы исследований дисперсных элементов и наноматериалов: микроскопия, спектральные методы

1. Основные вид микроскопии и диапазоны применимости.
2. Оптическая микроскопия.
3. Электронная микроскопия.
4. Растровая электронная микроскопия.
5. Сканирующая микроскопия.
6. Сканирующая туннельная и атомно-силовая микроскопия.
7. Электрохимическая туннельная микроскопия и спектроскопия.
8. Атомно-адсорбционная спектрометрия.
9. Люминесцентный метод анализа.
10. Оптические методы.
11. Термогравитометрия.
12. Энергодисперсный микроанализ.
13. Распределение элементов.

Коллоквиум 4

Золь-гель технология наночастиц и нанопористых материалов. Синтез наночастиц в сверхкритических жидкостях

1. Основные стадии золь-гель процесса.
2. Особенности гидролиза и поликонденсации алкоксидов кремния в щелочной и кислой среде.
3. Гелеобразование и синерезис.
4. Удаление растворителя - образование ксерогелей и аэрогелей.
5. Получение золь-гель методом наноматериалов на основе оксидов кремния и титана.
6. Синтез золь-гель методом нанокмполитов типа "неорганика-неорганика" и "органика-неорганика".
7. Варианты гидро- и сольво-термального синтеза - получение наночастиц при протекании физических и химических процессов.
8. Основные параметры, влияющие на морфологию синтезируемых наноматериалов.

Примерные вопросы к зачету

1. Диафрагмы, мембраны, сепараторы, газодиффузионные электроды, каталитические слои и носители, бипористые и гидрофобизированные электроды.
2. Функциональное назначение, характеристики и методы получения и исследования.
3. Диспергационные методы.
4. Мельницы: шаровые, вибрацион-ные, коллоидные.
5. Ультразвуковое диспергирование.
6. Метод Бредига.
7. Способ Сведберга.
8. Эффект Ребиндера.
9. Конденсационные методы.
10. Восстановление. Окисление. Гидролиз. Реакции обмена.
11. Теория Веймарна.
12. Метод Реннея.
13. Скелетные катализаторы.
14. Методы распыления: воздушное, вакуумное.
15. Плазматроны, магнетроны.
16. Основные вид микроскопии и диапазоны применимости.
17. Оптическая микроскопия.
18. Электронная микроскопия.
19. Растровая электронная микроскопия.
20. Сканирующая микроскопия.
21. Сканирующая туннельная и атомно-силовая микроскопия.
22. Электрохимическая туннельная микроскопия и спектроскопия.

23. Атомно-адсорбционная спектрометрия.
24. Люминесцентный метод анализа.
25. Оптические методы.
26. Термогравитометрия.
27. Энергодисперсный микроанализ.
28. Распределение элементов.
29. Основные характеристики пористых материалов и методы их исследования.
30. Методы порометрии.
31. Классификация и диапазон.
32. Метод ртутной порометрии.
33. Метод эталонной контактной порометрии.
34. Методы низкотемпературной адсорбции (метод БЭТ).
35. Метод капиллярной конденсации.
36. Метод электронной микроскопии.
37. Экспресс методы определения характеристик пористых электродов.
38. Основные химические реакции, приводящие к синтезу наночастиц в жидких средах.
39. Формирование золей - коллоидные растворы.
40. Получение наночастиц золота, серебра и других благородных металлов.
41. Получение наночастиц несферической формы.
42. Синтез нанопроволоки и наностержней металлов.
43. Синтез магнитных наночастиц в полярных и неполярных средах.
44. Стабилизация наночастиц и получение магнитных жидкостей.
45. Основные способы синтеза полупроводниковых наночастиц – контролируемого осаждения, молекулярных прекурсоров.
46. Основные факторы, влияющие на размер синтезируемых наночастиц.
47. Кинетический контроль роста наночастиц.
48. Основные стадии золь-гель процесса.
49. Особенности гидролиза и поликонденсации алкоксидов кремния в щелочной и кислой среде.
50. Гелеобразование и синерезис.
51. Удаление растворителя - образование ксерогелей и аэрогелей.
52. Получение золь-гель методом наноматериалов на основе оксидов кремния и титана.

Примерные темы рефератов

1. Синтез наночастиц благородных металлов при осаждении в водных средах.
2. Получение наночастиц. Сравнение и критический анализ различных способов синтеза.
3. Получение золь-гель методом наноматериалов и нанокомпозитов на основе оксида титана.
4. Синтез мезопористых материалов в сверхкритических жидкостях.
5. Получение фуллеренов.
6. Синтез наночастиц металлов в микроэмульсиях.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Основная литература

1. Сергеев Г.Б. Нанохимия [Электронный ресурс] : монография / Г.Б. Сергеев. — Электрон. текстовые данные. — М. : Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 2007. — 336 с. — 978-5-211-05372-4. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13145.html>. (дата обращения 21.05.2019).
2. Шабатина Т.И. Нанохимия и наноматериалы [Электронный ресурс] : учебное пособие / Т.И. Шабатина, А.М. Голубев. — Электрон. текстовые данные. — М. : Московский

государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2014. — 64 с. — 978-5-7038-3965-2. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/30893.html>. (дата обращения 21.05.2019).

6.2. Дополнительная литература

1. Глущенко А.Г. Наноматериалы и нанотехнологии [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Г. Глущенко, Е.П. Глущенко. — Электрон. текстовые данные. — Самара: Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2017. — 269 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/75388.html>.

2. Нанотехнологии и специальные материалы [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / Ю.П. Солнцев [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : ХИМИЗДАТ, 2017. — 336 с. — 978-5-93808-296-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67351.html>. (дата обращения 21.05.2019).

3. Евстифеев Е.Н. Полимерные наноконпозиционные материалы [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е.Н. Евстифеев, А.А. Кужаров. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2018. — 218 с. — 978-5-4486-0162-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/72810.html>. (дата обращения 21.05.2019).

6.3. Программное обеспечение

1. www.nanometer.ru;
2. www.confitor.ru;
3. www.nanotech.ru;
4. pubs.acs.org;
5. www.sciencedirect.com;
6. www.springer.com.

Для успешного освоения дисциплины, обучающийся использует следующие программные средства:

- Системные программные средства: Microsoft Windows XP, Microsoft Vista.
- Прикладные программные средства: Microsoft Office 2007 Pro, FireFox Специализированное программное обеспечение: СДО Moodle, SunRAV BookOffice Pro, SunRAV TestOfficePro, Navigator. html, Adobe Reader 9, Lizardech DjVu Control, Abbyy Finreders 8, Statistica 7, специализированные химические программы и др.

6.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]: электронная библиотека / Науч. электрон. б-ка. — Москва, 1999. — Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp> (дата обращения: 21.05.2019). — Яз. рус., англ.

2. Электронный каталог НБ ДГУ [Электронный ресурс]: база данных содержит сведения овсех видах лит, поступающих в фонд НБ ДГУ/Дагестанский гос. ун-т. — Махачкала, 2010 — Режим доступа: <http://elib.dgu.ru>, свободный (дата обращения: 21.05.2019).

3. ЭБС ibooks.ru [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система. — Режим доступа: <https://ibooks.ru/> (дата обращения: 21.05.2019).

4. ЭБС book.ru [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система. — Режим доступа: www.book.ru/ (дата обращения: 21.05.2019).

6.5. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины: Moodle [Электронный ресурс]: система виртуального обучением: [база данных] / Даг. гос. ун-т. — Махачкала, г. — Доступ из сети ДГУ или, после регистрации из сети ун-та, из любой точки, имеющей доступ в интернет. — URL: <http://moodle.dgu.ru/> (дата обращения: 21.05.2019).

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные и научно-исследовательские лаборатории кафедры аналитической и фармацевтической химии №№ 14, 15, 16, 17, 19, 26 для проведения практических занятий оснащенные следующим оборудованием: Атомно – абсорбционный спектрометр согАА 700; Газо-жидкостный хроматограф JC-14A (Shimatzu, Япония); Спектрофлуориметриче-

ский анализатор «Флюорат- 02 Панорама»; Спектрофотометр СФ- 56 для снятия спектров УФ и видимой области, с приставкой диффузного отражения ПОД-6 и компьютерным интерфейсом; Спектрофотометр СФ- 46 для снятия спектров УФ и видимой области; Сканирующий спектрофотометр Shimadzu UV-3600; Сканирующий электронный микроскоп LEO - 1450 с микрозондовым анализатором ISYS с системой EDX; ИК-Фурье спектрометр VERTEX 70 с расширенным спектральным диапазоном; Конфокальный КР - спектрометр - микроскоп SENTERRA 785; Автоматизированный спектрометр комбинационного рассеяния света ДФС-24; Акустооптический спектрометр Рамановского рассеивания РАОС-3; Рентгеновский дифрактометр XRD-7000S; Лазерный атомно-эмиссионный спектрометр LAES- Matrix; Комплекс для измерения текстурных характеристик дисперсных и пористых материалов "СОРБИ-MS"; Система капиллярного электрофореза «Капель-103»; Полярнограф ABC 1.1; Потенциостат ПИ 50-1.

8. Образовательные технологии

В ходе освоения дисциплины предусматривается применение следующих активных методов обучения:

- Выполнение практических работ с элементами исследования.
- Отчетные занятия по разделам «Классификация дисперсных систем», «Порошки: классификация, свойства, применение», «Методы очистки дисперсных систем».
- Выполнение студентами индивидуальной исследовательской работы по анализу реальных объектов с поиском и выбором метода и схемы определения на практических занятиях.
- Контрольные работы.
- Коллоквиумы.