

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«САРАТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

УТВЕРЖДАЮ

Ректор СГУ



Л.Ю. Коссович

2012 г.

Дополнительная профессиональная образовательная программа  
повышения квалификации

**НАНОМАТЕРИАЛЫ И НАНОТЕХНОЛОГИИ В ХИМИИ**

**Руководители разработки программы:**

1. Голуб Ю.Г. – доктор исторических наук, профессор, директор Института дополнительного профессионального образования
2. Поздняков А.Н. – доктор исторических наук, доцент, заместитель директора Института дополнительного профессионального образования
3. Вакулич Н. Р. – кандидат философских наук, доцент, начальник учебного и научного отдела Института дополнительного профессионального образования
4. Рябухо В.П. – доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой естественно-математических дисциплин Института дополнительного профессионального образования

**Разработчики программы повышения квалификации:**

1. Штыков С.Н. – доктор химических наук, профессор кафедры аналитической химии и химической экологии СГУ, профессор кафедры естественно-математических наук Института дополнительного профессионального образования
2. Русанова Т.Ю. – доктор химических наук, профессор, заведующий кафедрой аналитической химии и химической экологии СГУ

Саратов – 2012

## **1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ**

1.1. Категории слушателей, на обучение которых рассчитана программа повышения квалификации – преподаватели учреждений высшего профессионального образования, специализирующиеся в различных областях химии, биохимии, медицинской химии, нанохимии и агрохимии.

1.2. Сфера применения слушателями полученных профессиональных компетенций, умений и знаний:

- образовательная и научная деятельность в системе высшего профессионального образования.

## **2. ХАРАКТЕРИСТИКА ПОДГОТОВКИ ПО ПРОГРАММЕ**

2.1. Нормативный срок освоения программы – 108 часов.

2.2. Режим обучения – 2 раза в неделю по 8 часов; самостоятельная работа слушателей

2.3. Формы обучения - без отрыва от работы.

## **3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ**

Слушатель, освоивший программу, должен:

**3.1.** Обладать профессиональными компетенциями, включающими способность:

ПК-1. Понимать современные проблемы химии, связанные с наноразмерным состоянием вещества, использовать фундаментальные химические представления в образовательной и исследовательской деятельности.

ПК-2. Понимать природу особых свойств, характерных для наноматериалов, управление их свойствами и принципы, лежащие в основе различных нанотехнологий.

ПК-3. Владеть знанием основных этапов истории развития нанотехнологий, нанохимии и применения наноматериалов в разные исторические периоды развития химии и химического материаловедения.

ПК-4. Иметь представление о наиболее актуальных направлениях исследований в области наноматериалов и нанотехнологий и их вкладе в развитие современной химии, материаловедения, медицины, биологии и прогнозировать последствия реализации социально-значимых проектов.

ПК-5. Владеть понятийным аппаратом и классификациями видов наноматериалов и нанотехнологий, понимать химические и физические основы явлений в наноразмерных объектах.

ПК-6. Ставить конкретные задачи по исследованию и применению наноматериалов, выбирать адекватные методы их исследования и адекватные нанотехнологии.

ПК-7. Творчески применять современные компьютерные технологии при сборе, хранении, обработке, анализе и передаче информации в области наноматериалов и нанотехнологий.

### **3.2. Владеть:**

- знаниями о природе явлений и закономерностях, характерных для наноматериалов и нанотехнологий и перспективных областях их применения;
- навыками по выбору и обоснованию методов, необходимых для решения конкретных задач в химии, химической технологии, медицине, химическом анализе с применением нанообъектов и нанотехнологий;
- навыками использования фундаментальных и прикладных знаний в области наноматериалов и нанотехнологий в образовательной деятельности, методической работе, теоретических и экспериментальных научных исследованиях;
- информацией о нанотехнологии, токсичности наноматериалов и безопасности в работе с ними;

### **3.3. Уметь:**

- применять знания о свойствах наноматериалов и возможностях нанотехнологий для решения прикладных задач в области химического анализа, биологии, медицины, физики (например, молекулярной электронике);
- самостоятельно проводить естественнонаучный эксперимент и анализ его результатов, с использованием информационных технологий для решения фундаментальных научных и прикладных профессиональных задач;
- подготовить научный отчет, научную статью, доклад на конференции по результатам исследования в области наноматериалов и нанотехнологий.

### **3.4. Знать:**

- содержание приоритетного направления развития науки Российской Федерации в области «Индустрия наносистем» и перечень критических технологий в этой области (технологии диагностики наноматериалов и наноустройств, технологии наноустройств и микросистемной техники, технологии получения и обработки функциональных наноматериалов).
- теоретические основы, достижения и актуальные проблемы в области нанохимии, наноматериалов и нанотехнологий.

#### 4. СТРУКТУРА ПРОГРАММЫ

Программа повышения квалификации рассчитана на 108 часов. Формирование программы основано на модульном принципе и включает четыре учебных модуля по 36 учебных часов каждый.

Для всех категорий слушателей предусмотрены два инвариантных модуля. Первый – «Терминология, свойства, получение, методология исследований и применение нанобъектов», второй инвариантный модуль – «Нанотехнологии, их виды и применение». Программа также содержит два вариативных модуля: первый вариативный модуль: «Методическая база исследований – основа прогресса в биохимии и молекулярной биологии», второй: «Возможности современных методов физико-химической биологии в приложении к исследованию гликополимеров».

Слушатели к двум инвариантным модулям выбирают один вариативный модуль.

Содержание каждого модуля учитывает современные тенденции в развитии методов преподавания в вузе, профессионально значимые потребности слушателей и опыт их преподавания.

Таблица 1

Структура программы

№ п/п	Наименование модулей	Всего час.	В том числе		
			Лекции	Практические занятия (семинары), лабораторные работы	Самостоятельная работа
1	2	3	4	5	6
	<b>Инвариантные модули</b>	<b>72</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>24</b>
1.	Модуль 1. Терминология, свойства, получение, методология исследований и применение нанобъектов	36	12	12	12
2.	Модуль 2. Нанотехнологии, их виды и применение	36	12	12	12
	<b>Вариативные модули</b>	<b>36</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>
4.	Модуль 3. Эффекты самоорганизации и методическая база контроля размера и морфологии	36	12	12	12

	нанообъектов, получаемых химическими и физическими методами				
5.	Модуль 4. Методы изучения и измерения наноразмерных объектов	36	12	12	12
Итоговая аттестация:		выпускная квалификационная работа			
<b>Всего:</b>		<b>108</b>	<b>36</b>	<b>36</b>	<b>36</b>
<b>Итого:</b>		<b>108</b>	<b>72</b>		<b>36</b>

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

Таблица 2

### 5.1. Учебно-тематический план программы

№ пп	Наименование модулей	Всего, час.	В том числе		
			Лекции	Практические занятия (семинары), лабораторные работы	Самостоятельная работа
1	2	3	4	5	6
	<b>Инвариантные модули</b>	<b>72</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>24</b>
1	<i><b>Модуль 1. Терминология, свойства, получение, методология исследований и применение нанообъектов</b></i>	<b>36</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>
1.1	Тема 1. Основные понятия, термины и классификации в области нанообъектов	6	2	2	2
1.2	Тема 2. Виды и свойства жидких нанообъектов и нанореакторов, их особенности и влияние на свойства растворенных веществ	8	2	2	4
1.3	Тема 3. Применение жидких нанообъектов и нанореакторов в органическом, неорганическом синтезе, аналитической химии, биохимии, нано-, фотохимии, химии растворов, катализе и фармацевтике.	8	2	4	2
1.4	Тема 4. Виды, свойства твердых наноструктур и наноматериалов, их особенности и способы получения	8	4	2	2
1.5	Тема 5. Применение твердых наноматериалов в химическом	6	2	2	2

	анализе и биоанализе, сенсорах, оптике, медицине, молекулярной электронике и других областях				
<b>2</b>	<b><i>Модуль 2. Нанотехнологии, их виды и применение</i></b>	<b>36</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>
	Тема 1. История развития и виды нанотехнологий.	6	2	2	2
	Тема 2. Нанотехнологии получения материалов, основанные на химических принципах	12	4	4	4
	Тема 3. Нанотехнологии получения материалов, основанные на физических принципах	6	2	2	2
	Тема 4. Измерительные нанотехнологии, анализ нанообъектов и нанометрология	12	4	4	4
	<b>Вариативные модули (выбор один из двух)</b>	<b>36</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>
<b>3</b>	<b><i>Модуль 3. Эффекты самоорганизации и методическая база контроля размера и морфологии нанообъектов, получаемых химическими и физическими методами</i></b>	<b>36</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>
3.1	Тема 1. Принципы самосборки и самоорганизации вещества как основа методологии получения наноматериалов по методу “снизу-вверх”	6	2	2	2
3.2	Тема 2. Методы получения наночастиц в коллоидных нанореакторах	12	4	4	4
3.3	Тема 3. Методы синтеза наноструктур по золь-гель-технологии и гидро(сольво)-термальным методом	6	2	2	2
3.4	Тема 4. Методы получения наночастиц в аморфных, пористых и полимерных матрицах	6	2	2	2
3.5	Тема 5. Физические методы	6	2	2	2

	получения наноматериалов				
4.	<b>Модуль 4. Методы изучения и измерения наноразмерных объектов</b>	<b>36</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>
4.1	Тема 1. История развития методов изучения наноразмерных и наноструктурных материалов	6	2	2	2
4.2	Тема 2. Электронно-, ионно-, фотонно- и полевые зондовые методы контроля поверхности, их назначение, возможности и ограничения	24	8	8	8
4.3	Тема 3. Проблемы количественного анализа химического состава и метрологии измерения размеров нанобъектов	6	2	2	2
<b>Итоговая аттестация:</b>		выпускная квалификационная работа			
<b>Всего:</b>		<b>108</b>	<b>36</b>	<b>36</b>	<b>36</b>
<b>Итого:</b>		<b>108</b>	<b>72</b>		<b>36</b>

## 5.2. Учебная программа по модулям

№ п/п	Наименование модуля, разделов и тем	Содержание обучения (по темам в дидактических единицах), наименование и тематика лабораторных работ, практических занятий (семинаров), самостоятельной работы, используемых образовательных технологий и рекомендуемой литературы
1	2	3
<b>Инвариантные модули</b>		
1	<b>Модуль 1. Терминология, свойства, получение, методология исследований и применение нанобъектов</b>	
1.1	Тема 1. Основные понятия, термины и классификации в области нанобъектов	Основные термины, касающиеся различных областей нанонауки (химии, физики, биологии, материаловедения), нанобъектов и нанотехнологий, их эволюция. Государственные и международные структуры, утверждающие терминологию и определения терминов. Классификации нанобъектов, наноматериалов и наносистем.
1.2	Тема 2. Виды и свойства жидких нанобъектов и нанореакторов, их особенности и влияние на свойства растворенных веществ	Жидкие термодинамически устойчивые нанобъекты (мицеллы, микроэмульсии, везикулы, липосомы, молекулы рецепторы), существующие только в растворе, их отличительные свойства, условия существования и особенности. Микрогетерогенный характер среды (микрополярность, микрокислотность, микровязкость, эффективная диэлектрическая проницаемость среды) жидких нанобъектов. Явление солубилизации и изменение свойств микроокружения солубилизированных веществ. Жидкие нанобъекты как модельные структуры природных нанобъектов (принцип биоподобия). Влияние на растворимость и гидратацию веществ.
1.3	Тема 3. Применение жидких нанобъектов и нанореакторов в органическом, неорганическом синтезе,	Влияние среды жидких нанобъектов на химические реакции в растворах (протолитические, таутомерные, комплексообразующие, агрегацию, кинетику и направление реакции, каталитические

	аналитической химии, биохимии, нано-, фотохимии, химии растворов, катализе и фармацевтике.	процессы). Ферментативные реакции и реакции органического и неорганического синтеза в мицеллярных объектах. Влияние жидких нанообъектов на спектральные, электрохимические и сорбционные свойства, перенос энергии электронного возбуждения и перенос электрона. Применение указанных явлений в аналитической химии, биохимии, фармацевтике, фотохимии и химии растворов.
1.4	Тема 4. Виды, свойства твердых наноструктур и наноматериалов, их особенности и способы получения	Нуль-, одно-, двух- и трехмерные наноматериалы. Физические основы квантоворазмерных эффектов в твердых термодинамически неустойчивых нанообъектах, их характерные свойства. Роль высокой поверхностной активности. Особенности оптических, электронных, магнитных, механических свойств наноматериалов. Физические и химические способы получения наноматериалов. Влияние способа получения на морфологию и свойства наноматериалов.
1.5	Тема 5. Применение твердых наноматериалов в химическом и биоанализе, сенсорах, оптике, медицине, молекулярной электронике и других областях	Применение наночастиц и нанопористых материалов в спектроскопических, электрохимических, электромиграционных, хроматографических методах анализа и химических сенсорах. Диагностика в биохимии и медицине. Применение в нано- и молекулярной электронике, оптике. Фотонные кристаллы.
1.6	Практические занятия	Тема 1. Наноразмерное состояние вещества как промежуточное между молекулярным (ионным) и макросостоянием. Важность определений терминов в области нанотехнологий для финансирования направлений фундаментальных и прикладных исследований. Классификации нанообъектов, основанные на размере, мерности, свойствах, морфологии и форме материала. Принципиальные отличия между жидкими и твердыми нанообъектами. Тема 2. Виды и свойства жидких нанообъектов, предпосылки применения, их роль как нанореакторов, характеристические свойства, причины влияния на свойства растворенных веществ.

		<p>Тема 3. Примеры применения жидких нанобъектов и нанореакторов в органическом, неорганическом синтезе, аналитической химии, биохимии, нано-, фотохимии, химии растворов, катализе и фармацевтике.</p> <p>Тема 4. Виды, свойства твердых наноструктур и кристаллических и нанопористых материалов, их квантовые и поверхностные свойства, особенности получения.</p> <p>Тема 5. Принципы, лежащие в основе применения твердых наноматериалов в различных областях науки, технологий, техники, медицины, фармацевтики.</p>
1.7	Самостоятельная работа	<p>Методологические и фундаментальные основы наноразмерного состояния вещества.</p> <p>Классификации нанобъектов.</p> <p>Согласованность принципов самоорганизации, супрамолекулярной химии и нанохимии.</p> <p>Качественные и количественные показатели, используемые для характеристики жидких и твердых нанобъектов. Методические особенности двух основных путей получения нанобъектов, их возможности и ограничения.</p> <p>Поиск конкретных примеров в монографической и периодической литературе примеров применения наноматериалов и жидких нанобъектов в химических науках, технологиях, медицине, фармацевтике.</p>
1.8	Используемые образовательные технологии	<p>Лекции – обзорная, проблемная, с элементами дискуссии, использованием презентаций.</p> <p>Практические занятия – групповая работа, обсуждение, групповая работа с раздаточным материалом, подготовка презентаций слушателями.</p>
1.9	Перечень рекомендуемых учебных изданий, Интернет-ресурсов, дополнительной литературы	<p><i>Основная литература</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Елисеев А.А., Лукашин А.В. Функциональные наноматериалы / Под ред. Ю.Д. Третьякова. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. – 456 с.</li> <li>2. Словарь нанотехнологических и связанных с нанотехнологиями терминов / Под ред. С.В. Калюжного. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. – 528 с.</li> <li>3. Нанотехнологии. Азбука для всех / Под ред.</li> </ol>

		<p>Ю.Д. Третьякова. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. –368 с.</p> <p><i>Дополнительная литература</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Пул Ч., Оуэнс Ф. Нанотехнологии. Изд.4-е, испр. и доп. – М.: Техносфера, 2009. 336 с.</li> <li>2. Уильямс Л., Адамс У. Нанотехнологии без тайн / Пер. с англ. – М: Эксмо, 2009. -368 с.</li> <li>3. Рамбиди Н.Г., Березкин А.В. Физические и химические основы нанотехнологий. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. 456 с.</li> <li>4. Сергеев Г.Б. Нанохимия: учебное пособие.2-е изд. – М.: КДУ, 2007. 336 с..</li> <li>5. Штыков С.Н. Химический анализ в нанореакторах: основные понятия и применение // Журн. аналит. химии. 2002. Т.57. №10. С.1018-1028.</li> </ol> <p><b>Интернет-ресурсы:</b>  <a href="http://www.nanotech-now.org">http://www.nanotech-now.org</a>.</p>
2	<b>Модуль 2. Нанотехнологии, их виды и применение</b>	
2.1	Тема 1. История развития и виды нанотехнологий.	Эмпирические нанотехнологии древнего мира и средневековья. Нанотехнологии конца XIX, начала XX века, сформированные в рамках коллоидной химии. Предвестники парадигмы нанотехнологий во второй половине XX века. Формирование новой парадигмы, объединяющей опыт, накопленный в физике и химии. Современные виды нанотехнологий.
2.2	Тема 2. Нанотехнологии получения материалов, основанные на химических принципах	Химические методы синтеза: золь-гель-метод, гидротермальный синтез, синтез в гомогенных и наноразмерных мицеллах и микроэмульсиях, синтез в аморфных матрицах, нанопористых материалах и полимерных матрицах. Движущие силы процессов самосборки в наносистемах
2.3	Тема 3. Нанотехнологии получения материалов, основанные на физических принципах	Физические методы синтеза, газофазный синтез, нанолитография (оптическая, электронно-лучевая, ионно-лучевая, безмасочная), технология нанопечати, методы эпитаксии из газовой фазы.
2.4	Тема 4. Измерительные нанотехнологии, анализ нанобъектов и нанометрология	Измерения размеров нанобъектов. Анализ поверхности и локальный анализ. Ионно-, электронно-, фотонно- и полевые зондовые методы, их возможности и ограничения. проблемы стандартов в нанометрологии.

2.5	Практические занятия	<p>1. Формирование методов получения наноразмерных объектов как первых примеров нанотехнологий в недрах коллоидной химии: опыты Фарадея, пленки Ленгмюра-Блоджетт, мицеллы Мак-Бена, коллоидные твердые ультрадисперсные материалы. Лекция Фейнмана, книга Дрексlera. Возникновение новой парадигмы о наноразмерном состоянии вещества.</p> <p>2. Классификации методов получения наноразмерного состояния вещества. Химические методы получения по методу «снизу-вверх». Закономерности формирования стабилизация наночастиц и методы контроля их размера. Движущие силы самосборки и самоорганизации и связь с супрамолекулярной химией</p> <p>3. Физические методы синтеза наноматериалов по принципам «снизу-вверх» и «сверху-вниз». Достоинства и недостатки методов, их ограничения и преимущества перед химическими методами. Методы получения нанослоев и покрытий контролируемого размера.</p> <p>4. Методы, используемые для измерения размеров, морфологии и формы нанобъектов в растворе и твердом состоянии. Сравнение возможностей ионно-, электронно-, фотонно- и полевых зондовых методов контроля размеров и определения химического состава нанобъектов. Проблема стандартов и нанометрология.</p>
2.6	Самостоятельная работа	<p>Современные виды и классификации нанотехнологий, история их развития. Анализ возможностей и место различных нанотехнологий при получении наноструктурных материалов, сравнение их возможностей и выявление особенностей и областей применения.</p> <p>Классификация и место методов диагностики и контроля размера, морфологии и химического состава нанобъектов.</p> <p>Поиск конкретных примеров синтетических, материаловедческих, аналитических и измерительных нанотехнологий в</p>

		монографической и периодической литературе примеров применения нанотехнологий в медицине, фармацевтике.
2.7	Используемые образовательные технологии	Лекции – обзорная, проблемная, с элементами дискуссии, использованием презентаций. Практические занятия – групповая работа, обсуждение, групповая работа с раздаточным материалом подготовка презентаций слушателями..
2.8	Перечень рекомендуемых учебных изданий, Интернет-ресурсов, дополнительной литературы	<p><i>Основная литература</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Елисеев А.А., Лукашин А.В. Функциональные наноматериалы / Под ред. Ю.Д. Третьякова. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. – 456 с.</li> <li>2. Пул Ч., Оуэнс Ф. Нанотехнологии. Изд.4-е, испр. и доп. – М.: Техносфера, 2009. 336 с.</li> <li>3. Суздалев И.П. Нанотехнология: Физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов. Изд 2-е, испр. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2009. - 592 с.</li> <li>4. Фостер Л. Нанотехнологии. Наука, инновации и возможности. - М.: Техносфера. 2008. - 319 с.</li> </ol> <p><i>Дополнительная литература</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Русанова Т.Ю., Штыков С.Н. Нанотехнологии в оптических и пьезокварцевых сенсорах: Учеб. пособие для студ. хим. фак. и фак. nano- и биомед. технологий СГУ. - Саратов: Научная книга, 2009. – 65 с.</li> <li>2. Штыков С.Н., Русанова Т.Ю. Наноматериалы и нанотехнологии в химических и биохимических сенсорах: возможности и области применения // Рос. хим. журн. 2008. Т.52. № 2. С.92-100.</li> <li>3. Климов Б.Н., Штыков С.Н., Горин Д.А., Иноземцева О.А., Глуховской Е.Г., Яценко А.М., Колесникова Т. Физико-химия наноструктурированных материалов: Учеб. пособие для студ. фак. nano- и биомед. технологий / под общей ред. Климова Б.Н., Штыкова С.Н. – Саратов: Изд-во Новый ветер, 2009. – 217 с.</li> </ol>

		<b>Интернет-ресурсы:</b> <a href="http://www.cordis.lu/nanotechnology/actionplan/htm">www.cordis.lu/nanotechnology/actionplan/htm</a> <a href="http://www.nanometr.ru">www.nanometr.ru</a> <a href="http://www.ntmdt.ru">www.ntmdt.ru</a> <a href="http://www.nanotech-now.org">http://www.nanotech-now.org</a>
<b>Вариативные модули</b>		
<b>3</b>	<b>Модуль 3. Эффекты самоорганизации и методическая база контроля размера и морфологии нанобъектов, получаемых химическими и физическими методами</b>	
3.1	<p>Тема 1. Принципы самосборки и самоорганизации вещества как основа методологии получения наноматериалов по методу “снизу-вверх”</p>	<p>Предшественники в конце XIX, начале XX века, заложившие фундамент супрамолекулярной химии. Отличие супрамолекулярной химии от органической химии. Силы, участвующие в супрамолекулярном взаимодействии, их отличие от ковалентного взаимодействия. Цели и задачи исследований в супрамолекулярной химии. Связь супрамолекулярной химии и нанохимии. Экспериментальные методы, обеспечившие становление и развитие супрамолекулярной химии. Особенности самосборки органических биоорганических и неорганических соединений. Использование принципов и объектов супрамолекулярной химии в органической синтетической и аналитической химии, биохимии. Принципы формирования живого вещества на Земле. Микрогетерогенность среды в микроокружении и многоцентровое взаимодействие в супрамолекулярных объектах. Проблема и методы разделения наночастиц по размеру.</p>
3.2	<p>Тема 2. Методы получения наночастиц в коллоидных нанореакторах</p>	<p>Классификация методов синтеза наноматериалов. Краткая сравнительная характеристика коллоидных нанореакторов: прямых и обратных мицелл, микроэмульсий масло-вода и вода-масло, липосом, наносом, везикул, пленок Ленгмюра-Блоджетт. Нанореакторы на основе смешанных дифильных молекул поверхностно-активных веществ (ПАВ) и систем ПАВ-полимер.</p>

		<p>Факторы, позволяющие регулировать размер наночастиц, получаемых в коллоидных нанореакторах. Контроль морфологии наноструктур в нанореакторах. Приемы и методы стабилизации и хранения наночастиц, полученных в нанореакторах. Получение наночастиц в полимерах. Нанокapsулирование и перспективы его применения.</p>
3.3	<p>Методы синтеза наноструктур по золь-гель-технологии и гидро(сольво)-термальным методом</p>	<p>Принципы золь-гель метода, исходные вещества при синтезе материалов по золь-гель технологии. Основные стадии золь-гель технологии, их особенности «подводные камни», способы преодоления трудностей. Достоинства и недостатки золь-гель метода получения наноразмерных и нанопористых материалов.</p> <p>Основы гидротермального и сольвотермального методов синтеза неорганических наноматериалов. Роль воды и природы иного растворителя в трансформации материала прекурсора. Синтез в сверхкритических условиях. Проблема контроля размера и формы наночастиц получаемых гидро(сольво)-термальным методом.</p>
3.4	<p>Тема 4. Методы получения наночастиц в аморфных, пористых и полимерных матрицах</p>	<p>Классификация твердофазных нанореакторов по размерности пор, в которых синтезируют наночастицы, отличия твердофазных и жидких нанореакторов. Синтез наночастиц в нульмерных нанореакторах. Цеолиты, их ионообменные свойства, использование для синтеза нанокomпозитов. Примеры наноматериалов, получаемых в цеолитах.</p> <p>Наночастицы, получаемые в одномерных нанореакторах. Мезопористые молекулярные сита, синтез мезопористых фаз, методы контроля размера пор. Мезопористый диоксид кремния, его особенности и области применения. Мезопористые алюмосиликаты и оксид алюминия. Магнитные и оптические мезопористые материалы.</p> <p>Наночастицы в двумерных нанореакторах, слоистые двойные гидроксиды.</p>

3.5	Тема 5. Физические методы получения наноматериалов	<p>Классификация физических методов синтеза наноматериалов, получение наночастиц и пленочных наноматериалов. Газофазный синтез, факторы, влияющие на размер наночастиц.</p> <p>Механосинтез, детонационный синтез и электровзрыв. Виды мельниц: барабанная, роликовая, планетарная, молотковая, вибрационная, струйная, пальцевой дезинтегратор, бегуны. Нанопорошки, получаемые электровзрывом. Размер частиц, получаемых при воздействии ударной волны.</p>
3.4	Практические занятия	<p>1. Концентрационные, температурные факторы и химический состав исходной гомогенной смеси, определяющие образование самособирающихся супрамолекулярных жидких, твердых и бионаноструктур. Критическая концентрация мицеллообразования и её движущие силы, роль энтропийного фактора. Явление солубилизации, место локализации солубилизата в мицелле..</p> <p>2. Микроэмульсии и их отличие от мицелл. Особенности строения и свойств липосом и везикул. Факторы, определяющие размер частиц, получаемых в жидких нанореакторах. Синтез золотых и серебряных наночастиц, квантовых точек, оксидов и сульфидов металлов. Сравнительная характеристика возможностей различных жидких нанореакторов.</p> <p>3. Основные стадии и химические реакции золь-гель процесса, регулирование размера частиц. Виды материалов, получаемые методом золь-гель технологии, их применение в химии и химическом анализе.</p> <p>4. Стекла как первые примеры получения наночастиц в аморфных матрицах, история цветных стекол от древнего Египта до конца 19 века. Использование стекол для синтеза магнитных, оптических, полупроводниковых и каталитических активных наноматериалов.</p> <p>Катионный обмен в цеолитах, как основа направленного изменения их свойств, факторы, влияющие на катионный обмен.</p>

		<p>Восстановление и окисление в порах цеолитов. Темплатный синтез пористых материалов с программируемым размером пор. Мезопористые оксиды кремния, алюминия и других материалов, области их применения.</p> <p>5. Сравнение возможностей, достоинств и недостатков физических и химических методов синтеза наноматериалов. Методы нанолитографии и их области применения.</p>
3.5	Самостоятельная работа	<p>1. Движущие силы самоорганизации и самосборки в супрамолекулярной химии, условия реализации указанных процессов.</p> <p>2. Мицеллы и микроэмульсии в химическом анализе и синтезе полимеров. Знакомство с периодической литературой.</p> <p>3. Химический анализ, химические сенсоры, биодиагностика и электроника как примеры использования наноматериалов в практике на примере монографической и периодической литературы.</p>
3.6	Используемые образовательные технологии	<p>Лекции – обзорная, проблемная, с элементами дискуссии.</p> <p>Практические занятия – групповая работа, обсуждение, групповая работа с раздаточным материалом.</p>
3.7	Перечень рекомендуемых учебных изданий, интернет-ресурсов, дополнительной литературы	<p><i>Основная литература</i></p> <p>1. Лен Ж-М. Супрамолекулярная химия. Концепции и перспективы. – Новосибирск: Наука. Сиб. предприятие РАН, 1998. – 334 с.</p> <p>2. Стид Дж., Аттвуд Дж. Супрамолекулярная химия. М: Наука, 2007. Т.1 – 480 с. Т.2. – 416 с.</p> <p>3. Елисеев А.А., Лукашин А.В. Функциональные наноматериалы / Под ред. Ю.Д. Третьякова. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. – 456 с.</p> <p>4. Сергеев Г.Б. Нанохимия: учебное пособие. 2-е изд. – М.: КДУ, 2007. - 336 с.</p> <p><i>Дополнительная литература</i></p> <p>1. Штыков С.Н. Химический анализ в нанореакторах: основные понятия и применение // Журн. аналит. химии. 2002. Т.57. №10. С.1018-1028.</p>

		<p>2. Саввин С.Б., Чернова Р.К., Штыков С.Н. Поверхностно-активные вещества (Аналитические реагенты).- М.: Наука, 1991. - 251 с.</p> <p>3. Основы наноиндустрии / Глухова О.Е., Гороховский А.В., Жуков Н.Д., Климов Б.Н., Штыков С.Н., Щеголев С.Ю. – Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2009. – 384 с.</p> <p>4. Рамбиди Н.Г., Березкин А.В. Физические и химические основы нанотехнологий. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. – 456 с.</p> <p>5. Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии, - М.: Физматлит, 2005. 416 с.</p> <p><b><u>Программное обеспечение и интернет-ресурсы:</u></b>  <a href="http://www.iza-structure.org/databases/">http://www.iza-structure.org/databases/</a>  <a href="http://foresight.hse.ru/index/html">http://foresight.hse.ru/index/html</a></p>
4	<b>Модуль 4. Методы изучения и измерения наноразмерных объектов</b>	
4.1	Тема 1. История развития методов изучения наноразмерных и наноструктурных материалов	История развития методов взаимодействия различных видов электромагнитного излучения, атомных частиц и полей как основы появления методов изучения наноструктурных материалов. Основные особенности и значимость анализа поверхности и межфазных границ для материаловедения (катализаторы, полупроводники, микроэлектроника, композиционные материалы и т.д.), виды анализа поверхности.
4.2	Тема 2. Электронно-, ионно-, фотонно- и полевые зондовые методы контроля поверхности их назначение, возможности и ограничения	<p>Деструктивные методы анализа поверхности, основанные на предварительном химическом травлении и физических воздействиях (лазеры), области их применения.</p> <p>Классификация неразрушающих методов. Неразрушающие <i>фотонно-зондовые</i> методы анализа поверхности, основанные на использовании ИК-, видимого, УФ- и рентгеновского излучения. Основные типы взаимодействия потоков фотонов с веществом.</p>

		<p>Неразрушающие <i>электронно-зондовые</i> методы локального анализа и анализа межфазных границ. Методы с высокой поверхностной чувствительностью и методы с высоким пространственным разрешением.</p> <p>Неразрушающие <i>ионно-зондовые</i> методы, основанные на облучении образца ионным пучком в диапазоне от сотен до мегаэлектронвольт.</p> <p>Неразрушающие <i>полевые</i> зондовые методы, основанные на индуцировании электрических токов между зондом и поверхностью.</p>
4.3	Тема 3. Проблемы количественного анализа химического состава и метрологии измерения размеров нанобъектов	Химический анализ наноразмерных пленок и отдельных наночастиц. Проблемы нанометрологии и стандартных материалов. Калибровка в наноанализе.
4.4	Практические занятия	<p>1. Физические и спектроскопические основы методов изучения и анализа наноразмерных пленок: методы анализа мономолекулярных, мультимолекулярных и микронных слоев.</p> <p>2. Краткая характеристика неразрушающих физических и разрушающих физических и химических методов при анализе наноразмерных слоев и наноразмерных включений на поверхности. Переход от определения сверхмалых концентраций в растворах к определению сверхмалых абсолютных количеств вещества. Проблема определения примесей в наночастицах. Характеристика отдельных электронно-, ионно-, фотонно- и полевых зондовых методов, получивших наибольшее распространение в практике.</p> <p>3. Экскурсия в центр коллективного пользования ОНИ и при Институте химии СГУ. Знакомство с работой хромато-масс-спектрометра и ЯМР-спектрометра, рентгено-флуоресцентного спектрометра, атомно-силовых методов.</p>
4.5	Самостоятельная работа	<p>1. Роль наноразмерных поверхностных слоев и межфазных границ в современных технологиях и особенности их анализа</p> <p>2. Знакомство с фотонно-зондовыми ионно-зондовыми, электронно-зондовыми и</p>

		<p>полевыми зондовыми методами анализа поверхности и наноматериалов и их спецификой</p> <p>3. Поиск в Интернет сведений о методах химического анализа отдельных наночастиц</p>
4.6	Используемые образовательные технологии	<p>Лекции – обзорная, проблемная, с элементами дискуссии и презентациями.</p> <p>Практические занятия – групповая работа, обсуждение, групповая работа с раздаточным материалом и подготовкой презентаций слушателями.</p>
4.7	Перечень рекомендуемых учебных изданий, дополнительной литературы	<p><i>Основная литература</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа. / Под ред. А.А. Ищенко. В 2 томах. Т. 2 Изд-во “Академия”. 2010. - 416 с.</li> <li>2. Брандон Д., Каплан У. Микроструктура материалов. Методы исследования и контроля / Пер с англ. – М.: Техносфера, 2004. 377 с.</li> <li>3. Аналитическая химия. Проблемы и подходы: В 2 т.: Пер с англ. / Под ред. Р. Кельнера, Ж.-М. Мерме, М. Отто, М. Видмера. – М.: Мир: ООО «Изд-во АСТ», 2004. Т.2. 728 с.</li> </ol> <p><i>Дополнительная литература</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Большаков А.А., Ганеев А.А., Немец В.М. Перспективы аналитической атомной спектроскопии // Успехи химии. 2006. Т.75. № 4. С.322-337.</li> <li>2. Елисеев А.А., Лукашин А.В. Функциональные наноматериалы / Под ред. Ю.Д. Третьякова. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. – 456 с.</li> <li>3. Нанотехнологии, метрология, стандартизация и сертификация в терминах и определениях / Под ред. М.В.Ковальчука, П.А.Тодуа. – Техносфера, 2009.- 136 с.</li> </ol>

## 6. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММ

Таблица 4

Формы и методы контроля и оценки результатов освоения модулей

	Наименование модулей	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
<b>Инвариантные модули</b>			
1.	Модуль 1. Терминология, свойства, получение, методология исследований и применение нанобъектов	Знание терминологии, методологии исследования, свойств, получения и применения нанобъектов	Ответы на контрольные вопросы.
2.	Модуль 2. Нанотехнологии, их виды и применение	Знание классификации нанотехнологий, их видов и возможностей	Тестирование Дискуссия, ответы на контрольные вопросы, мультимедийные презентации
<b>Вариативные модули</b>			
3.	Модуль 3. Эффекты самоорганизации и методическая база контроля размера и морфологии нанобъектов, получаемых химическими и физическими методами	Знание основных принципов, определяющих процессы самоорганизации, видов самоорганизующихся нанореакторов, методов контроля образующихся наночастиц	Дискуссия, ответы на контрольные вопросы, разбор научных статей обзорного характера.
4	Модуль 4. Методы изучения и измерения наноразмерных объектов	Владение знанием о возможностях различных методов в изучении химического состава, размера частиц и толщины нанослоя, а также морфологии поверхности	Дискуссия, ответы на контрольные вопросы
5	Итоговая аттестация	Сформированность заявленных компетенций, умений и знаний	Подготовка и защита выпускной квалификационной работы