

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
*Химический факультет*

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ОРГАНИЧЕСКИЕ И ГИБРИДНЫЕ  
НАНОСТРУКТУРЫ**

Кафедра физической и органической химии  
химического факультета

Образовательная программа  
**04.04.01 Химия**

Профиль подготовки: «**Органическая химия**»

Уровень высшего образования: **магистратура**

Форма обучения: **Очная**

Статус дисциплины: **вариативная**

Махачкала, 2016 г.

Рабочая программа дисциплины “ **Перспективные органические и гибридные наноструктуры**” составлена в 2016 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 04.04.01 Химия (уровень магистратура) от «23» сентября 2015 г. № 1042.

Разработчик: кафедра физической и органической химии, Абдуллаев М.Г., д.х.н., профессор

Рабочая программа дисциплины одобрена:  
на заседании кафедры физической и органической химии  
от «4» 09 2016 г., протокол № 1

Зав. кафедрой Абдулагатов проф. Абдулагатов И.М.  
(подпись)

на заседании Методической комиссии Химическая факультета от  
«23» 09 2016 г., протокол № 1

Председатель Бабуев Бабуев М.А.  
(подпись)

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим  
управлением «23» 09 2016 г. Абдуллаев  
(подпись)

Дисциплина “Перспективные органические и гибридные наноструктуры” входит в вариативную часть обязательных дисциплин образовательной программы *магистратуры* 04.04.01 Химия.

Дисциплина реализуется на химическом факультете кафедрой физической и органической химии.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с подготовкой магистра химии по профилю органическая химия, свободно владеющего теоретическими и практическими основами органической химии в части, касающейся перспективных органических и гибридных наноструктур и обладающего практическими навыками решения исследовательских задач на основе выполнения научной работы.

Дисциплина нацелена на формирование следующих профессиональных компетенций выпускника: ПК-2, ПК-3.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: *лекции, лабораторные занятия.*

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме *отчетов по лабораторным работам, контрольных работ и коллоквиумов, устный опрос, письменный опрос, тестирование* и промежуточный контроль в форме зачета и экзамена.

Объем дисциплины 6 зачетных единиц, в том числе в академических часах по видам учебных занятий:

Семестр	Учебные занятия в том числе						СРС, в том числе экзамен	Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен)
	Контактная работа обучающихся с преподавателем							
	Все го	из них						
Лекции		Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР	Консульт			
3	216	30	38	-	-	-	112+36	экзамен

## 1. Цели освоения дисциплины

Целью изучения дисциплины “Перспективные органические и гибридные

ные наноструктуры” является:

- сформировать у студентов представление о наноматериалах и методах их диагностики, дать обзор нанотехнологий и перспективных разработок в этой области.

- показать причины, обуславливающие изменение многих физических и химических свойств вещества в нанометровом диапазоне;

- показать междисциплинарный характер нанохимии и ее прикладной ветви – нанотехнологии;

## 2. Место дисциплины в структуре ООП магистратуры

Дисциплина “Перспективные органические и гибридные наноструктуры” входит в вариативную часть обязательных дисциплин образовательной программы *магистратуры* 04.04.01 Химия.

Курс “Перспективные органические и гибридные наноструктуры” знакомит обучающихся с особенностями физико-химических свойств наиболее перспективных органических и гибридных нанобъектов; их получения, стабилизации; областями применения. Динамичное развитие всех дисциплин, связанных с нанотехнологиями перспективой их развития. Способствует самостоятельной работе студентов в освоении данной дисциплины при работе с научной периодикой и электронными ресурсами.

Для успешного освоения данной дисциплины студенты должны изучить предшествующий ему курс органической химии, а также спецкурсы бакалавриата или специалитета по органической химии.

## 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения) .

Компетенции	Формулировка компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)
ПК-2	владением теорией и навыками практической работы в избранной области химии	Имеет четкое, целостное представление об общих закономерностях смежных с химией естественнонаучных дисциплин и способах их использования при решении профессиональных задач в области химии и материаловедения
ПК-3	готовностью использовать современную аппаратуру при проведении научных исследований	В полном объеме владеет навыками многостадийного синтеза, основными методами диагностики веществ (материалов) и методами обработки результатов эксперимента

## 4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 академических часов.

4.2. Структура дисциплины.

№ п/п	Разделы и темы дисциплины	Се-мест	Не-деля	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Са-мо-ст-оя-тель-на-я ра-ба.	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лек.	Практ. зан.	Лаб. зан.	Контр. сам. раб.		
<b>Модуль 1. История развития предмета. Цели и задачи предмета.</b>									
<b>Виды наноструктур. Металлополимерные наноструктуры</b>									
1	История развития предмета. Цели и задачи предмета.	3	1	2		-		6	Устный опрос, письменный опрос, тестирование
2	Виды наноструктур. Металлополимерные наноструктуры на основе анионитов	3	2	2		6		6	Устный опрос, письменный опрос, тестирование
3	Металлополимерные наноструктуры на основе катионитов	3	3	2		6		6	Устный опрос, письменный опрос, тестирование
	<i>Итого по модулю 1:</i>			6		12		18	коллоквиум
<b>Модуль 2. Каталитические свойства металлополимерных наноструктур</b>									
1	Каталитические свойства металлополимеров в гидрировании и переэтерификации	3	4	2		6		4	Устный опрос, письменный опрос, тестирование
2	Каталитические свойства металлополимеров в гидроаминировании	3	5	2		6		4	Устный опрос, письменный опрос, тестирование
3	Каталитические свойства металлополимеров в гидроацилировании и гидрогенолизе	3	6	2		6		4	Устный опрос, письменный опрос, тестирование
	<i>Итого по модулю 2:</i>			6		18		12	коллоквиум
<b>Модуль 3. Перспективные органические и гибридные токопроводящие, светоизлучающие и фотоэлектрические наноструктуры</b>									
1	Органические и светоизлучающие диоды (ОСИДЫ). Общая структура и принцип действия	3	7	2		-		8	Устный опрос, письменный опрос, тестирование
2	Органические светоизлучающие	3	8	2		6		8	Устный опрос, письменный оп-

3	диоды и токопроводящие полимеры Органические фотоэлектрические элементы (ОФЭ). Перспективные органо-неорганические фотоэлементы	3	9	2	-		8	рос, тестирование Устный опрос, письменный опрос, тестирование
<i>Итого по модулю 3:</i>		36		6		6	24	коллоквиум
<b>Модуль 4. Наноструктуры для адресной доставки лекарственных препаратов. Новое поколение фотодинамических лекарственных веществ</b>								
1	Наноструктуры для адресной доставки лекарственных препаратов	3	10	2	-		10	Устный опрос, письменный опрос, тестирование
2	Модификация наночастиц для адресной доставки лекарств	3	11	2	-		10	Устный опрос, письменный опрос, тестирование
3	Новое поколение фотодинамических лекарственных веществ	3	12	2	-		10	Устный опрос, письменный опрос, тестирование
<i>Итого по модулю 4:</i>				6	-		30	
<b>Модуль 5. Нанокластеры коллоидных квантовых точек. Графен. Композиты на основе графена и его оксида. Металлсодержащие графеноподобные наноструктуры</b>								
1	Нанокластеры коллоидных квантовых точек (ККТ). Методы синтеза коллоидных квантовых точек. Особенности люминесценции нанокластеров ККТ	3	13	2	-		10	Устный опрос, письменный опрос, тестирование
2	Графен. Строение, свойства, получение и применение. Композиты на основе графена и его оксида	3	14	2		2	10	Устный опрос, письменный опрос, тестирование
3	Металлсодержащие графеноподобные наноструктуры. Получение и применение в катализе	3	15	2		-	8	Устный опрос, письменный опрос, тестирование
<i>Итого по модулю 5:</i>				6		2	28	
<b>Модуль 6. Подготовка к экзамену</b>		36					36	экзамен
<b>Всего:</b>		216		30		38	112	экзамен

#### 4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).

## **Модуль 1. История развития предмета. Цели и задачи предмета.**

### **Виды наноструктур. Металлополимерные наноструктуры**

**Тема 1.** История развития предмета. Цели и задачи предмета. Виды наноструктур.

**Тема 2.** Металлополимерные наноструктуры на основе анионитов

**Тема 3.** Металлополимерные наноструктуры на основе катионитов

## **Модуль 2. Каталитические свойства металлополимерных наноструктур**

**Тема 1.** Каталитические свойства металлополимеров в гидрировании и перэтерификации

**Тема 2.** Каталитические свойства металлополимеров в гидроаминировании

**Тема 3.** Каталитические свойства металлополимеров в гидроацилировании и гидрогенолизе

## **Модуль 3. Перспективные органические и гибридные токопроводящие, светоизлучающие и фотоэлектрические наноструктуры**

**Тема 1.** Органические и светоизлучающие диоды (ОСИДЫ). Общая структура и принцип действия

**Тема 2.** Органические светоизлучающие диоды и токопроводящие полимеры

**Тема 3.** Органические фотоэлектрические элементы (ОФЭ). Перспективные органо-неорганические фотоэлементы

## **Модуль 4. Наноструктуры для адресной доставки лекарственных препаратов. Новое поколение фотодинамических лекарственных веществ**

**Тема 1.** Наноструктуры для адресной доставки лекарственных препаратов

**Тема 2.** Модификация наночастиц для адресной доставки лекарств

**Тема 3.** Новое поколение фотодинамических лекарственных веществ

## **Модуль 5. Нанокластеры коллоидных квантовых точек. Графен. Композиты на основе графена и его оксида. Металлсодержащие графеноподобные наноструктуры**

**Тема 1.** Нанокластеры коллоидных квантовых точек (ККТ). Методы синтеза коллоидных квантовых точек. Особенности люминисценции нанокластеров ККТ

**Тема 2.** Графен. Строение, свойства, получение и применение. Композиты на основе графена и его оксида

**Тема 3.** Металлсодержащие графеноподобные наноструктуры. Получение и применение в катализе

### **Лабораторные работы**

Целью лабораторных занятий является:

- ознакомить студентов с основными методами получения перспективных органических и гибридных наноструктур;
- ознакомить с методами химической модификации органических и гибридных наноструктур;
- экспериментальными методами доказать строение некоторых органических и гибридных наноструктур;
- исследование свойств органических и гибридных наноструктур;

- показать возможные области применения органических и гибридных наноструктур;
- освоить методы аналитического контроля в изучении органических и гибридных наноструктур;
- выполнение исследовательской работы по изучению органических и гибридных наноструктур.

№ и названия разделов и тем	Цель и содержание лабораторной работы	Результаты лабораторной работы
<b>Лабораторная работа № 1. Получение металлополимеров на основе анионитов</b>		
<p>Модуль 1. История развития предмета. Цели и задачи предмета. Виды наноструктур. Металлополимерные наноструктуры</p> <p>Тема 2. Металлополимерные наноструктуры на основе анионитов</p>	<p>Синтез палладийсодержащих (или другие металлов, например никель) анионитов. Перевод анионита в ОН форму. Синтез тетрахлооропалладоата (II) калия. Получение палладийсодержащего анионита. Активация катализатора. Определение палладия в катализаторе.</p>	<p>Получен анионит в ОН форме и синтезирована комплексная соль палладия. Получен палладийсодержащий анионит. Спектрофотометрически определено содержание палладия в катализаторе.</p>
<b>Лабораторная работа № 2. Получение металлополимеров на основе катионитов</b>		
<p>Модуль 1. История развития предмета. Цели и задачи предмета. Виды наноструктур. Металлополимерные наноструктуры</p> <p>Тема 3. Металлополимерные наноструктуры на основе катионитов</p>	<p>Синтез палладийсодержащих (или другие металлы, например никель) анионитов. Перевод катионита в форму соли. Получение палладийсодержащего катионита. Активация катализатора. Определение палладия в катализаторе.</p>	<p>Получен катионит в форме соли. Получен палладийсодержащий катионит. Спектрофотометрически определено содержание палладия в катализаторе.</p>
<b>Лабораторная работа № 3. Изучение каталитических свойств металлополимеров в гидрировании и перэтерификации ароматических нитросоединений</b>		
<p>Модуль 2. Каталитические свойства металлополимерных наноструктур</p> <p>Тема 1. Каталитические свойства металлополимеров в гидрировании и перэтерификации</p>	<p>Изучение каталитических свойств металлополимеров в гидрировании этилового эфира п-нитробензойной кислоты или других ароматических нитросоединений. Осуществить каталитический синтез анестезина. В стеклянный реактор, снабженный рубашкой для термостатирования и магнитной мешалкой для перемешивания в токе водорода загружают навеску катализатора под слой растворителя и проводят активацию водородом. Затем в реактор, в токе</p>	<p>Изучены каталитические свойства металлополимеров в гидрировании и перэтерификации ароматических нитросоединений или их сложных эфиров</p>



	водорода, вносят навеску анестезина и проводят процесс.	
<b>Лабораторная работа № 4. Изучение каталитических свойств металлополимеров в гидрироаминировании ароматических нитросоединений</b>		
Модуль 2. Каталитические свойства металлополимерных наноструктур Тема 2. Каталитические свойства металлополимеров в гидроаминировании	Изучение каталитических свойств металлополимеров в гидрироаминировании ароматических нитросоединений Каталитический синтез жирноароматических аминов. В стеклянный реактор, снабженный рубашкой для термостатирования и магнитной мешалкой для перемешивания в токе водорода загружают навеску катализатора под слой растворителя и проводят активацию водородом. Затем в реактор, в токе водорода, вносят навеску субстратов и проводят процесс.	Изучены каталитические свойства металлополимеров в гидрироаминировании ароматических нитросоединений
<b>Лабораторная работа № 5. Изучение каталитических свойств металлополимеров в гидрироацилировании и гидрогенолизе ароматических нитросоединений</b>		
Модуль 2. Каталитические свойства металлополимерных наноструктур Тема 3. Каталитические свойства металлополимеров в гидроацилировании и гидрогенолизе	Изучение каталитических свойств металлополимеров в гидрироацилировании и гидрогенолизе ароматических нитросоединений. Каталитический синтез парацетамола из п-нитрофенола (или дегалоидирование ароматических нитросоединений или аминов). В стеклянный реактор, снабженный рубашкой для термостатирования и магнитной мешалкой для перемешивания в токе водорода загружают навеску катализатора под слой растворителя и проводят активацию водородом. Затем в реактор, в токе водорода, вносят навеску субстрата и проводят процесс.	Изучены каталитические свойства металлополимеров в гидрироацилировании и гидрогенолизе ароматических нитросоединений
<b>Лабораторная работа № 6. Получение композита полианилина с оксидом графена</b>		
Модуль 3. Перспективные органические и гибридные токопроводящие, светоизлучающие и фотоэлектрические наноструктуры Тема 2. Органические светоизлучающие диоды и токопроводящие полимеры	Получение композита полианилина с оксидом графена. Навеску сульфата анилина растворяют в дистиллированной воде. Затем к раствору прибавляют необходимое количество водной суспензии оксида графена. С помощью концентрированной серной кислоты доводят рН до 2. Смесь охлаждают до температуры -2 градуса, затем по каплям добавляют водный раствор персульфата аммония и оставляют при данной температуре на 4 часа. Полученный темно-зеленый осадок промывают водой и сушат на воздухе.	Получен токопроводящий композит на основе полианилина и оксида графена
<b>Лабораторная работа № 7. Компьютерное моделирование строения и свойств</b>		

<b>графена и его производных</b>		
<p>Модуль 5. Нанокластеры коллоидных квантовых точек. Графен. Композиты на основе графена и его оксида. Металлсодержащие графеноподобные наноструктуры</p> <p>Тема 2. Графен. Строение, свойства, получение и применение. Композиты на основе графена и его оксида</p>	<p>Компьютерное моделирование строения и свойств графена и его производных</p>	<p>Структурные модели графена и его производных</p>

## **5. Образовательные технологии**

В курсе по направлению подготовки магистров широко используются в учебном процессе компьютерные программы, различные методики в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. В соответствии с требованиями ФГОС предусматривается использование при проведении занятий следующих активных методов обучения:

- выполнение лабораторных работ с элементами исследования;
- отчетные занятия по разделам;
- решение задач.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, составляет 64 часа аудиторных занятий. Занятия лекционного типа (лекция, лекция-дискуссия, лекция консультация, проблемная лекция) составляет 30% аудиторных занятий.

## **6. Учебно - методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**

### *6.1. Виды и порядок выполнения самостоятельной работы*

1. Изучение рекомендованной литературы.
2. Подготовка к отчетам по лабораторным работам.
3. Решение задач.
4. Подготовка к коллоквиуму.
5. Поиск в Интернете дополнительного материала.
6. Подготовка к экзамену.

№	Вид самостоятельной работы	Вид контроля	Учебно-методич. обеспечение
1.	Изучение рекомендованной литературы.	Устный опрос по разделам дисциплины.	См. разделы 7.3, 8, 9 данного документа.
2.	Подготовка к отчетам по лабораторным работам	Проверка выполнения расчетов, оформления работы в лабораторном журнале и проработки вопросов к текущей теме по рекомендо-	См. разделы 7.3, 8, 9 данного документа.

		ванной литературе.	
3.	Решение задач	Проверка домашних задач.	См. разделы 7.3, 8, 9 данного документа.
4.	Подготовка к коллоквиуму	Промежуточная аттестация в форме контрольной работы.	См. разделы 7.3, 8, 9 данного документа.
5.	Поиск в Интернете дополнительного материала	Прием реферата и выступление с докладом	См. разделы 6.2, 7.3, 8, 9 данного документа.
6.	Подготовка к экзамену	Устный опрос, либо компьютерное тестирование.	См. разделы 7.3, 8, 9 данного документа.

1. Текущий контроль: подготовка к отчетам по лабораторным работам.
2. Текущий контроль: решение задач.
3. Промежуточная аттестация в форме контрольной работы.

*Текущий контроль* успеваемости осуществляется непрерывно, на протяжении всего курса. Прежде всего, это устный опрос по ходу лабораторных занятий, выполняемый для оперативной активизации внимания студентов и оценки их уровня восприятия. Результаты устного опроса учитываются при выборе индивидуальных задач для решения. Каждую неделю осуществляется проверка выполнения расчетов, оформления работы в лабораторном журнале.

*Промежуточный контроль* проводится в форме контрольной работы, в которой содержатся теоретические вопросы и задачи.

*Итоговый контроль* проводится либо в виде устного экзамена, либо в форме тестирования.

Оценка “отлично” ставится за уверенное владение материалом курса.

Оценка “хорошо” ставится при полном выполнении требований к прохождению курса и умении ориентироваться в изученном материале.

Оценка “удовлетворительно” ставится при достаточном выполнении требований к прохождению курса и владении конкретными знаниями по программе курса.

Оценка “неудовлетворительно” ставится, если требования к прохождению курса не выполнены и студент не может показать владение материалом.

## 6.2. Примерные темы рефератов

1. Этапы развития нанотехнологий
2. Перспективы развития наноструктур
3. Области применения наноструктур
4. Композитные наноматериалы
5. Перспективные наноструктуры для литиевых аккумуляторов
6. Перспективы применения ОСИДОВ
7. Наноструктуры в фармации
8. Наноструктуры в медицине
9. Наноструктуры в микроэлектронике

## 10. Нанокатализаторы в органической химии

### 7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

Перечень компетенций с указанием этапов их формирования приведен в описании образовательной программы.

Компетенция	Знания, умения, навыки	Процедура освоения
ПК-2	Знать: - современные направления в области органических и гибридных наноструктур, - об общих закономерностях смежных с химией естественнонаучных дисциплин и способах их использования при решении профессиональных задач в области химии и материаловедения	Устный опрос, письменный опрос, тестирование
	Уметь: - оценивать возможности современных методов теоретического анализа и экспериментальных способов получения наноструктур Владеть: - учебной, научной и справочной литературой в изучаемой области - владением теорией и навыками практической работы в избранной области химии	Письменный опрос, коллоквиум  Круглый стол, деловая игра
ПК-3	Знать: - теоретические основы органической и неорганической химии, - современные квантовохимические методы оценки реакционной способности органических соединений	Устный опрос, письменный опрос, тестирование
	Уметь: - использовать современную аппаратуру при проведении научных исследований; - проводить качественную и количественную оценку влияния различных факторов на свойства наноструктур Владеть: - в полном объеме владеет навыками многостадийного синтеза, основными методами диагностики веществ (материалов) и методами обработки результатов эксперимента	Письменный опрос, коллоквиум  Круглый стол, деловая игра

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания.

ПК-2 – “Владением теорией и навыками практической работы в избранной области химии”

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично

	ровать)			
Поро- говый	Знать: - современные на- правления в облас- ти органических и гибридных наност- руктур	Знать: - об общих зако- номерностях смежных с хи- мией естествен- нонаучных дис- циплин	Знать: - современные направления в области орга- нических и гибридных на- ноструктур, - об общих за- кономерностях смежных дис- циплин	Знать: - современные на- правления в области органических и гиб- ридных нанострук- тур, - об общих законо- мерностях смежных с химией естествен- нонаучных дис- циплин
	Уметь: - оценивать воз- можности совре- менных методов теоретического анализа	Уметь: - оценивать воз- можности экспе- риментальных способов полу- чения наност- руктур	Уметь: - оценивать возможности современных методов теоре- тического ана- лиза	Уметь: - оценивать возмож- ности современных методов теоретиче- ского анализа и экс- периментальных способов получения наноструктур
	Владеть: - учебной, научной и справочной лите- ратурой в изучае- мой области - владением теори- ей и навыками практической рабо- ты в избранной об- ласти химии	Владеть: - учебной, науч- ной и справоч- ной литературой в изучаемой об- ласти	Владеть: - учебной, на- учной и спра- вочной литера- турой в изу- чаемой области - владением теорией	Владеть: - учебной, научной и справочной литера- турой в изучаемой области - владением теорией и навыками прак- тической работы в избранной области химии
базо- вый	Знать: - современные на- правления в облас- ти органических и гибридных наност- руктур, - об общих законо- мерностях смеж- ных с химией есте- ственнонаучных дисциплин и спосо- бах их использо- вания при решении профессиональных задач в области химии и материа- ловедения	Знать: - об общих зако- номерностях смежных с хи- мией естествен- нонаучных дис- циплин и спосо- бах их использо- вания при реше- нии профессио- нальных задач в области химии и материаловеде- ния	Знать: - современные направления в области орга- нических и гибридных на- ноструктур, - об общих за- кономерностях смежных с хи- мией естест- веннонаучных дисциплин	Знать: - современные на- правления в области органических и гиб- ридных нанострук- тур, - об общих законо- мерностях смежных с химией естествен- нонаучных дис- циплин и способах их использования при решении про- фессиональных за- дач в области химии и материаловедения
	Уметь: - оценивать воз- можности совре- менных методов теоретического	Уметь: - оценивать воз- можности экспе- риментальных способов полу-	Уметь: - оценивать возможности современных методов теоре-	Уметь: - оценивать возмож- ности современных методов теоретиче- ского анализа и экс-

	анализа и экспериментальных способов получения наноструктур	чения наноструктур	тического анализа	периментальных способов получения наноструктур
	Владеть: - учебной, научной и справочной литературой в изучаемой области - владением теорией и навыками практической работы в избранной области химии	Владеть: - учебной, научной и справочной литературой в изучаемой области	Владеть: - учебной, научной и справочной литературой в изучаемой области - владением теорией	Владеть: - учебной, научной и справочной литературой в изучаемой области - владением теорией и навыками практической работы в избранной области химии
про- двину- тый	Знать: - современные направления в области органических и гибридных наноструктур, - об общих закономерностях смежных с химией естественнонаучных дисциплин и способах их использования при решении профессиональных задач в области химии и материаловедения	Знать: - об общих закономерностях смежных с химией естественнонаучных дисциплин и способах их использования при решении профессиональных задач в области химии и материаловедения	Знать: - современные направления в области органических и гибридных наноструктур, - об общих закономерностях смежных с химией естественнонаучных дисциплин	Знать: - современные направления в области органических и гибридных наноструктур, - об общих закономерностях смежных с химией естественнонаучных дисциплин и способах их использования при решении профессиональных задач в области химии и материаловедения
	Уметь: - оценивать возможности современных методов теоретического анализа и экспериментальных способов получения наноструктур	Уметь: - оценивать возможности экспериментальных способов получения наноструктур	Уметь: - оценивать возможности современных методов теоретического анализа	Уметь: - оценивать возможности современных методов теоретического анализа и экспериментальных способов получения наноструктур
	Владеть: - учебной, научной и справочной литературой в изучаемой области - владением теорией и навыками практической работы в избранной области химии	Владеть: - учебной, научной и справочной литературой в изучаемой области	Владеть: - учебной, научной и справочной литературой в изучаемой области - владением теорией	Владеть: - учебной, научной и справочной литературой в изучаемой области - владением теорией и навыками практической работы в избранной области химии

ПК-3 «Готовностью использовать современную аппаратуру при проведении научных исследований».

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
пороговый	Знать: - теоретические основы органической и неорганической химии	Знать: - теоретические основы органической и неорганической химии	Знать: - теоретические основы органической и неорганической химии	Знать: - теоретические основы органической и неорганической химии, - современные квантовохимические методы оценки реакционной способности органических соединений
	Уметь: - использовать современную аппаратуру при проведении научных исследований;	Уметь: - использовать современную аппаратуру при проведении научных исследований	Уметь: - использовать современную аппаратуру при проведении научных исследований	Уметь: - использовать современную аппаратуру при проведении научных исследований; - проводить качественную и количественную оценку влияния различных факторов на свойства наноструктур
	Владеть: - в полном объеме владеет навыками многостадийного синтеза, основными методами диагностики веществ	Владеть: - в полном объеме владеет навыками многостадийного синтеза	Владеть: - в полном объеме владеет навыками многостадийного синтеза	Владеть: - в полном объеме владеет навыками многостадийного синтеза
базовый	Знать: - теоретические основы органической и неорганической химии, - современные квантовохимические методы оценки реакционной способности органических соединений	Знать: - теоретические основы органической и неорганической химии,	Знать: - теоретические основы органической и неорганической химии, - современные квантовохимические методы	Знать: - теоретические основы органической и неорганической химии, - современные квантовохимические методы оценки реакционной способности органических соединений
	Уметь: - использовать современную аппаратуру при проведении научных исследо-	Уметь: - использовать современную аппаратуру	Уметь: - использовать современную аппаратуру при проведении на-	Уметь: - использовать современную аппаратуру при проведении научных исследо-

	<p>ваний;</p> <p>-проводить качественную оценку влияния различных факторов на свойства наноструктур</p>	<p>при проведении научных исследований</p>	<p>учных исследований;</p> <p>-проводить качественную оценку влияния различных факторов на свойства наноструктур</p>	<p>ваний;</p> <p>-проводить качественную и количественную оценку влияния различных факторов на свойства наноструктур</p>
	<p>Владеть:</p> <p>- в полном объеме владеет навыками многостадийного синтеза, основными методами диагностики веществ</p>	<p>Владеть:</p> <p>- в полном объеме владеет навыками многостадийного синтеза</p>	<p>Владеть:</p> <p>- в полном объеме владеет навыками многостадийного синтеза, основными методами диагностики веществ</p>	<p>Владеть:</p> <p>- в полном объеме владеет навыками многостадийного синтеза, основными методами диагностики веществ и методами обработки результатов эксперимента</p>
продвинутый	<p>Знать:</p> <p>- теоретические основы органической и неорганической химии,</p> <p>- современные квантовохимические методы оценки реакционной способности органических соединений</p>	<p>Знать:</p> <p>- теоретические основы органической и неорганической химии,</p>	<p>Знать:</p> <p>- теоретические основы органической и неорганической химии,</p> <p>- современные квантовохимические методы</p>	<p>Знать:</p> <p>- теоретические основы органической и неорганической химии,</p> <p>- современные квантовохимические методы оценки реакционной способности органических соединений</p>
	<p>Уметь:</p> <p>- использовать современную аппаратуру при проведении научных исследований;</p> <p>-проводить качественную и количественную оценку влияния различных факторов на свойства наноструктур</p>	<p>Уметь:</p> <p>- использовать современную аппаратуру при проведении научных исследований;</p>	<p>Уметь:</p> <p>- использовать современную аппаратуру при проведении научных исследований;</p> <p>-проводить качественную оценку влияния различных факторов на свойства наноструктур</p>	<p>Уметь:</p> <p>- использовать современную аппаратуру при проведении научных исследований;</p> <p>-проводить качественную и количественную оценку влияния различных факторов на свойства наноструктур</p>
	<p>Владеть:</p> <p>- в полном объеме владеет навыками многостадийного синтеза, основными методами диагностики веществ (материалов) и методами обработки результатов эксперимента</p>	<p>Владеть:</p> <p>- в полном объеме владеет навыками многостадийного синтеза</p>	<p>Владеть:</p> <p>- в полном объеме владеет навыками многостадийного синтеза, основными методами диагностики веществ</p>	<p>Владеть:</p> <p>- в полном объеме владеет навыками многостадийного синтеза, основными методами диагностики веществ и методами обработки результатов эксперимента</p>



### 7.3. Типовые контрольные задания

#### Формы контроля и критерии оценок

Формы контроля: текущий контроль (систематический учет знаний и активность студентов на занятиях), промежуточный контроль по модулю (рубежная контрольная работа по пройденному блоку тем) и итоговой контроль (экзамен). Текущий контроль осуществляется в виде устного опроса, тестирования, проведения коллоквиума, обсуждения реферата, проверки домашнего задания.

Оценка текущего контроля включает 70 баллов:

- допуск к выполнению лабораторных работ (10 баллов);
- выполнение и сдача лабораторных работ (20 баллов);
- тестирование (10 баллов);
- выполнение контрольной работы (с включением задач) – 20 баллов.

Промежуточный контроль (в виде контрольной работы или коллоквиума) оценивается в 30 баллов.

Итоговый контроль (100 баллов) проводится в виде устного собеседования или в виде письменного теста, содержащего вопросы по всем разделам курса “Каталитический синтез азотсодержащих соединений”, изучавшимся в процессе семестра. Среднее число баллов по всем модулям, которое дает право получения положительной оценки без итогового контроля знаний – 51 и выше.

#### Типовые тесты

1. Какой величине соответствует приставка нано:  
а)  $10^{-10}$ ; б)  $10^{-9}$ ; в)  $10^{-11}$ ; г)  $10^{-12}$ .
2. Один нанометр равен:  
а)  $10^{-10}$  м; б)  $10^{-9}$  м; в)  $10^{-11}$  м; г)  $10^{-12}$  м.
3. Нанометровый диапазон составляет:  
а) 1-10 нм; б) 10-50 нм; в) 1-100 нм; г) 1-1000 нм.
4. Наноструктура это объект с размером:  
а) 1-100 нм; б) 10-500 нм; в) 1-10 нм; г) 5-1000 нм.
5. Наночастица имеет размер:  
а) 5-10 нм; б) 1-50 нм; в) 1-100 нм; г) 5-500 нм.
6. Нанослой это система толщина которой не более:  
а) 10 нм; б) 50 нм; в) 100 нм; г) 1000 нм.
7. Нанотехнология это:  
а) технология хотябы в одном измерении равная 1-50 нм;  
б) технология хотябы в одном измерении равная 10-50 нм;  
в) технология хотябы в одном измерении равная 1-100 нм;  
г) технология хотябы в одном измерении равная 1-1000 нм.
8. Наношкала это интервал измерений в пределах:  
а) 5-10 нм; б) 1-50 нм; в) 1-100 нм; г) 5-500 нм.
9. Нанотрубка это:

- а) объект цилиндрической формы хотябы в одном измерении равный 5-10 нм;
- б) объект цилиндрической формы хотябы в одном измерении равный 1-50 нм;
- в) объект цилиндрической формы хотябы в одном измерении равный 1-100 нм;
- г) объект цилиндрической формы хотябы в одном измерении равный 5-500 нм.

10. OLED-технология это:

- а) Технология построения дисплейных панелей с использованием светодиодов на основе светоизлучающих органических материалов;
- б) Технология построения дисплейных панелей с использованием светодиодов на основе светоизлучающих неорганических материалов;
- в) Технология построения дисплейных панелей с использованием светодиодов на основе светоизлучающих гибридных материалов;
- г) Технология построения дисплейных панелей с использованием светодиодов на основе светоизлучающих простых материалов.

11. Наносинтез это:

- а) Синтез, целью которого является получение органических веществ;
- б) Синтез, целью которого является получение наночастиц и наноматериалов;
- в) Синтез, целью которого является получение неорганических веществ;
- г) Синтез, целью которого является получение полимеров.

12. Нанохимия это:

- а) Область химии, изучающая методы синтеза, химического анализа, физико-химические и термодинамические характеристики, химические свойства полимеров;
- б) Область химии, изучающая методы синтеза, химического анализа, физико-химические и термодинамические характеристики, химические свойства нанобъектов;
- в) Область химии, изучающая методы синтеза, химического анализа, физико-химические и термодинамические характеристики, химические свойства мономеров;
- г) Область химии, изучающая методы синтеза, химического анализа, физико-химические и термодинамические характеристики, химические свойства металлов.

13. Наноскопия это:

- а) Совокупность методов, средств измерений и наблюдения, позволяющих получать изображение молекул, исследовать и измерять его геометрию;
- б) Совокупность методов, средств измерений и наблюдения, позволяющих получать изображение атомов, исследовать и измерять его геометрию;
- в) Совокупность методов, средств измерений и наблюдения, позволяющих получать изображение полимеров, исследовать и измерять его геометрию;

г) Совокупность методов, средств измерений и наблюдения, позволяющих получать изображение нанообъекта, исследовать и измерять его геометрию.

14. Углеродная нанотрубка это:

а) Углеродная каркасная структура цилиндрической формы диаметром приблизительно от 2 до 2,0 нм и длиной несколько микрометров;

б) Углеродная каркасная структура цилиндрической формы диаметром приблизительно от 1 до 10 нм и длиной несколько микрометров;

в) Углеродная каркасная структура цилиндрической формы диаметром приблизительно от 1 до 100 нм и длиной несколько микрометров;

г) Углеродная каркасная структура цилиндрической формы диаметром приблизительно от 0,2 до 2,0 нм и длиной несколько микрометров.

15. Нанопора это:

а) Пора в твердом объекте, эффективный диаметр которой не превосходит 1 нм

б) Пора в твердом объекте, эффективный диаметр которой не превосходит 1000 нм;

в) Пора в твердом объекте, эффективный диаметр которой не превосходит 100 нм;

г) Пора в твердом объекте, эффективный диаметр которой не превосходит 10 нм.

### **Контрольные вопросы к экзамену**

1. История развития предмета. Цели и задачи предмета.

Виды наноструктур.

2. Металлополимерные наноструктуры на основе анионитов

3. Металлополимерные наноструктуры на основе катионитов

4. Каталитические свойства металлополимеров в гидрировании и перэтерификации

5. Каталитические свойства металлополимеров в гидроаминировании

6. Каталитические свойства металлополимеров в гидроацилировании и гидрогенолизе

7. Органические и светоизлучающие диоды (ОСИДЫ). Общая структура и принцип действия

8. Органические светоизлучающие диоды и токопроводящие полимеры

9. Органические фотоэлектрические элементы (ОФЭ). Перспективные орго-неорго-неорганические фотоэлементы

10. Наноструктуры для адресной доставки лекарственных препаратов

11. Модификация наночастиц для адресной доставки лекарств

12. Новое поколение фотодинамических лекарственных веществ

13. Нанокластеры коллоидных квантовых точек (ККТ). Методы синтеза коллоидных квантовых точек. Особенности люминисценции нанокластеров ККТ

14. Графен. Строение, свойства, получение и применение. Композиты на основе графена и его оксида

15. Металлсодержащие графеноподобные наноструктуры. Получение и применение в катализе

## **8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

### **а) основная литература:**

1. Органические и гибридные наноматериалы. Получение и перспективы применения, под ред. В.Ф. Разумова, М.В. Ключева, Иваново: Издательство ИвГУ. 2015.
2. Ключев М.В., Абдуллаев М.Г. Каталитический синтез аминов. Иваново: Издательство ИвГУ. 2014.
3. Сергеев Г.Б. Нанохимия. М.: Изд-во МГУ. 2013. 288 с.
4. Пул Ч., Оуэнс Ф. Нанотехнологии. М.: Техносфера. 2015. 336 с.
5. Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. М: ФИЗМТЛИТ. 2015.416 с.
6. Суздалев И.П. Физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов. М.:КомКнига. 2016. 592 с.
7. Елисеев А.А., Лукашин А.В. Функциональные наноматериалы / Под ред. Ю.Д.Третьякова . - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2015. - 456 с.

### **б) Дополнительная**

1. Андриевский Р.А., Рагуля А.В. Наноструктурные материалы. – М.: Издательский центр «Академеия», 2005. – 192 с.
2. Нанотехнология в ближайшем десятилетии. Прогноз направления исследований./ Под ред. М.К. Роко, Р.С. Уильямса и П. Аливисатоса. Пер. с англ. – М.: Мир, 2002. – 292 с.
3. Рыбалкина М. Нанотехнологии для всех. Nanotechnology News Network– 2005.– 444 с.
4. Андриевский Р.А. Наноматериалы: концепция и современные проблемы. // Рос. хим.ж. (Ж. Рос. хим. об-ва им. Д. И. Менделеева). 2002. т. XLVI. № 5. с.50-56.
5. Сергеев Г.Б. Размерные эффекты в нанохимии. // Рос. хим. ж. (Ж. Рос. хим. об-ва им.Д. И. Менделеева). 2002. т. XLVI. № 5. с.22-29.
6. Андриевский Р.А. Современные проблемы наноструктурного материаловедения.// Наноструктурное материаловедение. 2005. №1. с. 5-13.
7. Сумм Б.Д., Иванова Н.И. Коллоидно-химические аспекты нанохимии – от Фарадея до Пригожина. // Вестн. моск. ун-та. Сер.2. Химия. 2001. Т.42. №5. с.300-305.
8. Смирнов В.М. Химия наноструктур. Синтез, строение, свойства: Учебное пособие.СПб: Изд-во СПб ун-та. 1996. 108 с.

## **9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.**

1. Электронные образовательные ресурсы образовательного сервера ДГУ [elib.dgu.ru](http://elib.dgu.ru).
2. [nanometer.ru](http://nanometer.ru)
3. [www.microbot.ru](http://www.microbot.ru)
4. [www.mno.ru](http://www.mno.ru)
5. <http://nano.muctr.ru>
6. Сайт МГУ <http://www.chem.msu.su/rus/>

## **10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.**

Методические указания студентам должны раскрывать рекомендуемый режим и характер учебной работы по изучению теоретического курса (или его раздела/части), практических и/или семинарских занятий, лабораторных работ (практикумов), и практическому применению изученного материала, по выполнению заданий для самостоятельной работы, по использованию информационных технологий и т.д. Методические указания должны мотивировать студента к самостоятельной работе и не подменять учебную литературу.

Указывается перечень учебно-методических изданий, рекомендуемых студентам для подготовки к занятиям и выполнения самостоятельной работы, а также методические материалы на бумажных и/или электронных носителях, выпущенные кафедрой своими силами и предоставляемые студентам во время занятий:

- рабочие тетради студентов;
- наглядные пособия;
- гlossарий (словарь терминов по тематике дисциплины);
- тезисы лекций,
- раздаточный материал и др.

Самостоятельная работа студентов, предусмотренная учебным планом в объеме не менее 50-70% общего количества часов, должна соответствовать более глубокому усвоению изучаемого курса, формировать навыки исследовательской работы и ориентировать студентов на умение применять теоретические знания на практике.

Задания для самостоятельной работы составляются по разделам и темам, по которым не предусмотрены аудиторские занятия, либо требуется дополнительно проработать и проанализировать рассматриваемый преподавателем материал в объеме запланированных часов.

Задания по самостоятельной работе могут быть оформлены в виде таблицы с указанием конкретного вида самостоятельной работы:

- конспектирование первоисточников и другой учебной литературы;
- проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе) и подготовка докладов на семинарах и практических занятиях, к участию в тематических дискуссиях и деловых играх;
- работа с нормативными документами и законодательной базой;

- поиск и обзор научных публикаций и электронных источников информации, подготовка заключения по обзору;
- выполнение контрольных работ, творческих (проектных) заданий, курсовых работ (проектов);
- решение задач, упражнений;
- написание рефератов (эссе);
- работа с тестами и вопросами для самопроверки;
- выполнение переводов на иностранные языки/с иностранных языков;
- моделирование и/или анализ конкретных проблемных ситуаций ситуации;
- обработка статистических данных, нормативных материалов;
- анализ статистических и фактических материалов, составление выводов на основе проведенного анализа и т.д.

Самостоятельная работа должна носить систематический характер, быть интересной и привлекательной для студента.

Результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем и учитываются при аттестации студента (зачет, экзамен). При этом проводятся: тестирование, экспресс-опрос на семинарских и практических занятиях, заслушивание докладов, проверка письменных работ и т.д.

<b>Разделы и темы для самостоятельного изучения</b>	<b>Виды и содержание самостоятельной работы</b>
<p>Определение понятий: нанонаука, нанотехнология, наночастица, наноструктура. Наноматериалы. Критерии определения наноматериалов: критический размер и функциональные свойства. Квантовые наноструктуры различной размерности. Основные типы наноразмерных систем. Углеродные наноструктуры. Порошковые наноматериалы. Наноматериалы на основе органических веществ Биологические наноматериалы.</p>	<p>Проработать лекционный материал. Решить задачи по данной теме. Подготовиться к выполнению и сдаче лабораторной работы. Подготовить реферат по заданной теме.</p>
<p>Квантоворазмерные эффекты в нанообъектах. Квазичастицы в твердом теле и в наноструктурированных материалах. Квантовые эффекты в наноструктурах в магнитном поле. Электропроводимость нанообъектов. Одноэлектронное тунелирование. Оптические свойства квантовых точек</p>	<p>Проработать лекционный материал. Решить задачи по данной теме. Подготовиться к выполнению и сдаче лабораторной работы. Подготовить реферат по заданной теме.</p>
<p>Основы физической химии наносистем; уравнения и характеристики условий термодинамической стабильности межфазных границ в наносистемах; особенности поверхностных процессов в наноструктурах: размерные эффекты и фазовые переходы; зародышеобразование, кластерообразование и формирование наноструктур; самоорганизация наноразмерных упорядоченных структур.</p>	<p>Проработать лекционный материал. Решить задачи по данной теме. Подготовиться к выполнению и сдаче лабораторной работы. Подготовить реферат по заданной теме.</p>

<p>Элементы нанoeлектроники и нанoфoтoники (пoлупрoвoдникoвые тpанзистoры и лaзeры, фoтoдетектoры, сoлнeчные элeмeнты, нaнoсeнсoры и др.) Мoлeкуляpные элeктpoнные устрoйствa (пeрeключaтeли и элeктpoнные схeмы нa мoлeкуляpнoм урoвнe). Пpимeнeниe нaнoстpуктyp в химии и химичeской тeхнoлoгии. Кинeтичeские oсoбeннoсти пpотeкaния химичeских пpocцeссoв нa пoвepxнoсти нaнoчaстиц. Исполъзoвaниe нaнoкaтaлизaтoрoв. Гaзoдиффузиoннoe рaздeлeниe гaзoвых смeсeй с испoльзoвaниeм пoристых нaнoмaтeриaлoв – «мoлeкуляpных сит». Кoнстpукциoнные и инструмeнтaльные мaтeриaлы нa oснoвe нaнoстpуктyp. Устрoйствa кoнтpоля oкpужaющeй сpeды. Нaнoэнеpгeтикa. Тoпливные элeмeнты и устрoйствa для хpaнeния энeргии Пpимeнeниe нaнoтeхнoлoгий в биoлoгии и мeдицинe. Сoздaниe биoсoвмeстимых пoвepxнoстeй кoнтaктa, имплaнтaтoв и испoльзoвaниe нaнoтeхнoлoгий для улyчшeния стoмaтoлoгичeскoгo и хируpгичeскoгo инструмeнтaрия.</p>	<p>Пpоpaбoтaть лeкциoнный мaтeриaл. Рeшить зaдaчи пo дaннoй тeмe. Пoдгoтoвиться к выпoлнeнию и сдaчe лaбoрaтopнoй рaбoты. Пoдгoтoвить рeфepaт пo зaдaннoй тeмe.</p>
<p>Оснoвные пpинципы рeaкциoннoй спoсoбнoсти фуллeрeнoв. Пoлучeниe кaтaлизaтoрoв нa oснoвe углepoдных нaнoмaтeриaлoв и изучeниe их сoстaвa. Синтeз и испoлeдoвaниe нaнoстpуктypиpoвaнных мaтeриaлoв для литиeвых иcтoчникoв тoкa. Углepoдные нaнoмaтeриaлы – нoсители кaтaлизaтoрoв для тoпливных элeмeнтoв</p>	<p>Пpоpaбoтaть лeкциoнный мaтeриaл. Рeшить зaдaчи пo дaннoй тeмe. Пoдгoтoвиться к выпoлнeнию и сдaчe лaбoрaтopнoй рaбoты.</p>

### **11. Пeрeчeнь инфoрмaциoнных тeхнoлoгий, испoльзуeмых пpи oсущeствлeнии oбpaзoвaтeльнoгo пpocцeссa пo дисциплинe, включaя пeрeчeнь пpогpаммнoгo oбeспeчeния и инфoрмaциoнных спpавoчных систeм.**

Пpи oсущeствлeнии oбpaзoвaтeльнoгo пpocцeссa пo дисциплинe нaряду с тpaдициoнным чтeниeм лeкций испoльзуются инфoрмaциoннo-кoммуникaциoнные тeхнoлoгии, аудитoрия oснaщeннaя кoмпьютeрoм и видeoпрoектoрoм, пpимeняются пpезeнтaции. Исполъзoвaется тeхнoлoгия кpитичeскoгo мышлeния, включaющaя знaкoмствo с рaбoтaми вeдущих рoссийских учeных, сoстaвлeниeм кoнспeктoв, выпoлнeниeм пpоблeмнoгo пpoeктa. Пpедстaвлeниe пpoeктa пpoxoдит в видe нaучнoй кoнфeрeнции нa пpактичeскoм зaнятии. Сaмoстoятeльнaя рaбoтa студeнтoв зaключaется в нaписaнии рeфepaтoв с испoльзoвaниeм сoвpeмeнных публикaций и пoдгoтoвкe к экзaмeну.

### **12. Oписaниe мaтeриaльнo-тeхничeскoй бaзы, нeoбхoдимoй для oсущeствлeния oбpaзoвaтeльнoгo пpocцeссa пo дисциплинe.**

Лaбoрaтoрии кaфeдpы oснaщeны устaнoвкaми для кaтaлитичeскoгo синтeзa oргaничeских сoeдинeний, имeется устaнoвкa для синтeзa с вaкyумнoй пeрeгoнкoй, устaнoвки для пeрeгoнки с вoдяным пaрoм, устaнoвкa для пeрeгoнки, рeфpактoмeтp RL-2, тeрмoстaт, рoтoрный испaритeль, лaбoрaтopные тpасфoрмaтoры, бидистиллятoры, pH- мeтp ЛП4-01, микpоскoпы, хpoмaтo-

граф - Хром -5, сушильные шкафы КС-65, реактивы, 3 компьютера и 2 узла Интернета.

В соответствии с требованиями ГОС кафедра имеет специально оборудованные лаборатории для проведения лабораторных работ и учебные аудитории для проведения лекционных занятий по потокам студентов. Лекционные помещения укомплектованы техническими средствами обучения для проведения интерактивных занятий, в том числе и с доступом в интернет (экран настенный с электроприводом и дистанционным управлением, мультимедиа проектор с ноутбуком, проводной и дистанционный интернет). Обеспечение дисциплины осуществляется кафедрой физической и органической химии химического факультета и включает в себя приборы для физико-химического анализа (спектрофотометрия, кондуктометрия, газо-жидкостная хроматография и пр., вычислительная техника, химическое программное обеспечение (программы 3D Viever, MDL ISIS, 7.0 Origin, Hyper Chem 7.5, Gaussian 98, 03 и 09 и др). Научно-исследовательская работа проводится на кафедре физической и органической химии факультета, ее материальным техническим обеспечением является используемое кафедрой в процессе преподавания учебно-методическое обеспечение (компьютерный класс, видеопроекторы, учебное и лабораторное оборудование): Атомно-абсорбционный спектрометр, Contr AA-700, AnalytikJena, Германия; Микроволновая система минерализации проб под давлением, TOPwaveIV, AnalytikJena, Германия; Спектрофотометр, SPECORD 210 PlusBU, AnalytikJena, Германия; Система капиллярного электрофореза, Капель-105М, ЛЮМЕКС, Санкт-Петербург; Рентгеновский дифрактометр, EmpyreanSeries 2 Фирма Panalytical (Голландия); Дифференциальный сканирующий калориметр, NETZSCH STA 409 PC/PG, Германия; Лабораторная экстракционная система, SFE1000M1-2- FMC-50, Waters, США; Хромато-масс-спектрометр, 7820 Маэстро, США, Россия; Высокоэффективный жидкостной хроматограф, Agilent 1220 Infinity, США.

Для проведения качественных и количественных исследований наноструктур кафедра так же пользуется центром коллективного пользования «Аналитическая спектроскопия» ДГУ.