

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ВШТЭ

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**Б1.В.ДВ.06.01** **Нанотехнологии на основе продуктов органического синтеза**  
*(индекс дисциплины) (Наименование дисциплины)*

Кафедра: **12** **Органической химии**  
*Код (Наименование кафедры)*

Направление подготовки: **18.04.01 Химическая технология**

Профиль подготовки: **Химия и технология продуктов тонкого органического синтеза**

Уровень образования: **магистратура**

### План учебного процесса

Составляющие учебного процесса		Очное обучение	Очно-заочное обучение	Заочное обучение
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся (часы)	Всего	<b>108</b>		
	Аудиторные занятия	<b>36</b>		
	Лекции	18		
	Лабораторные занятия			
	Практические занятия	18		
	Самостоятельная работа	<b>72</b>		
	Промежуточная аттестация			
Формы контроля по семестрам (номер семестра)	Экзамен			
	Зачет	3		
<b>Общая трудоемкость дисциплины (зачетные единицы)</b>		<b>3</b>		

Форма обучения:	Распределение зачетных единиц трудоемкости по семестрам									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Очная			<b>3</b>							
Очно-заочная										
Заочная										

Рабочая программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению 180401 Химическая технология

и на основании учебного плана № m180401.12-12\_20

Кафедра-разработчик: Органической химии

Заведующий кафедрой: Тришин Ю.Г.

**СОГЛАСОВАНИЕ:**

Выпускающая кафедра: Органической химии

Заведующий кафедрой: Тришин Ю.Г.

Методический отдел: Смирнова В.Г.

# 1. ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

## 1.1. Место преподаваемой дисциплины в структуре образовательной программы

Блок 1: Базовая  Обязательная  Дополнительно является факультативом   
Вариативная  По выбору

## 1.2. Цель дисциплины

Сформировать компетенции обучающегося в области нанонауки и нанотехнологии; сформировать знания о современных технологических процессах получения конструкционных материалов с уникальными свойствами.

## 1.3. Задачи дисциплины

- Рассмотреть историю формирования нанонауки и нанотехнологии; основные теоретические положения нанонауки и нанотехнологии;
- Изучить конкретные примеры применения нанотехнологий на основе продуктов органического синтеза в технике, медицине, информатике, авиации и космонавтике.
- Сформировать прочные знания обобщенных подходов к описанию свойств и структуры нанообъектов и процессов их формирования, знания о современном уровне развития нанотехнологий и их применении в различных областях науки, производства, медицины.

## 1.4. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
ОК-5	Способность к профессиональному росту, к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности	1
<b>Планируемые результаты обучения</b> Знать: 1) современные методы исследования органических соединений; 2) новые теории и технологии современных химических процессов в области нанотехнологии; 3) проблемы научно-технического прогресса и тенденции развития нанотехнологий. Уметь: 1) развивать свой профессиональный и интеллектуальный уровень; 2) самостоятельно получать знания в области современных проблем нанонауки, техники и нанотехнологии и новых методов их исследования; Владеть: 1) приемами самостоятельного обучения новым методам исследования органических соединений, новым теориям и технологиям современных процессов химических технологий.		
ПК-19	Готовность к разработке учебно-методической документации для реализации образовательных программ	1
<b>Планируемые результаты обучения</b> Знать: 1) теоретические положения нанотехнологии, основные принципы и методы нанохимии; 2) требования, предъявляемые к структуре и содержанию учебно-методической документации; Уметь: 1) осуществлять поиск и обработку научно-технической литературы в области нанотехнологии; 2) структурировать найденные материалы по теме, использовать различные методы представления информации, описывать методики проведения эксперимента; Владеть: 1) базовыми навыками использования стандартного программного обеспечения в профессиональной деятельности;		

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
2)	навыками разработки учебно-методической документации для проведения учебного процесса.	

### 1.5. Дисциплины (практики) образовательной программы, в которых было начато формирование компетенций, указанных в п.1.4:

Дисциплина базируется на компетенциях, сформированных на предыдущем уровне образования.

## 2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
<b>Учебный модуль 1. Инструменты нанонаук и нанотехнологии</b>			
<b>Тема 1. Общие представления о нанообъектах и нанотехнологиях</b> Возникновение нанотехнологии. От электронов к наноматериалам. Создание объектов по принципам «сверху-вниз» и «снизу-вверх».	9		
<b>Тема 2. Методы контроля и регулирования свойств наноразмерных Объектов</b> Инструменты для измерения наноструктур. Туннельный эффект. Сканирующие зондовые микроскопы: сканирующий туннельный (СТМ), атомарно-силовой (АСМ) и сканирующий оптический микроскоп ближнего поля (СОМБП). Спектроскопия. Электрохимия. Электронная микроскопия.	12		
<b>Тема 3. Инструменты для создания наноструктур</b> Наноскопическая литография, перьевая литография, электронно-лучевая литография. Молекулярный синтез, самосборка, наноскопическое выращивание кристаллов, полимеризация, нанокирпичики и строительные блоки.	16		
<b>Текущий контроль 1 (коллоквиум)</b>	2		
<b>Учебный модуль 2. Создание наноструктур</b>			
<b>Тема 4. Нульмерные наноматериалы</b> Первые сложные нульмерные структуры: фуллерены. Растворный синтез нульмерных наноструктур. Самосборка нульмерных наноструктур в упорядоченные массивы.	10		
<b>Тема 5. Одномерные наноструктуры</b> Углеродные нанотрубки. Рост одномерных наноструктур. Механизм роста нанотрубок.	10		
<b>Текущий контроль 2 (устный опрос)</b>	1		
<b>Учебный модуль 3. Практическое использование нанопродуктов</b>			
<b>Тема 6. Синтез индивидуальных наночастиц</b> Индукционный нагрев, химические методы, термолиз, импульсные лазерные методы. Получаемые нанопродукты: самовосстанавливающиеся структуры, вещества для распознавания и разделения веществ, катализаторы, инкапсулированные материалы.	12		
<b>Тема 7. Применение наноматериалов</b> Природные сенсоры. Электромагнитные датчики. Биодатчики. Электронные «носы». Медикаменты. Транспорт лекарств. Фотодинамическая терапия. Белковая инженерия. Производство и передача света. Углеродные нанотрубки. Логические элементы и коммутаторы. Запись информации. Квантовый компьютер. Применение наноматериалов в авиации и космонавтике, химической промышленности.	18		
<b>Текущий контроль 3 (реферат)</b>	14		
<b>Промежуточная аттестация по дисциплине (зачет)</b>	4		
<b>ВСЕГО:</b>	<b>108</b>		

### 3. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

#### 3.1. Лекции

Номера изучаемых тем	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1	3	2				
2	3	4				
3	3	4				
4	3	2				
5	3	2				
6	3	2				
7	3	2				
<b>ВСЕГО:</b>		<b>18</b>				

#### 3.2. Практические и семинарские занятия

Номера изучаемых тем	Наименование и форма занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1	Общие представления о нанобъектах и нанотехнологиях	3	2				
2	Инструменты для измерения и создания наноструктур Коллоквиум по теме «Инструменты нанонауки и нанотехнологии»	3	5				
6	Методы синтеза индивидуальных наночастиц	3	3				
7	Применение наноматериалов в качестве сенсоров и в медицине	3	3				
7	Применение наноматериалов в оптике и электронике	3	3				
7	Конференция по рефератам	3	2				
<b>ВСЕГО:</b>		<b>18</b>					

#### 3.3. Лабораторные занятия

Не предусмотрено

### 4. КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Не предусмотрено

### 5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Номера учебных модулей, по которым проводится контроль	Форма контроля знаний	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во
1	Коллоквиум	3	1				
2	Устный опрос	3	1				
3	Реферат	3	1				

## 6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Виды самостоятельной работы обучающегося	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
Усвоение теоретического материала	3	44				
Подготовка к практическим занятиям	3	24				
Подготовка к зачету	3	4				
<b>ВСЕГО:</b>		<b>72</b>				

## 7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

### 7.1. Характеристика видов и используемых инновационных форм учебных занятий

Не предусмотрено

### 7.2. Система оценивания успеваемости и достижений обучающихся для промежуточной аттестации

традиционная

балльно-рейтинговая

## 8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 8.1. Учебная литература

#### а) основная учебная литература

1. Попова Л.М. Введение в нанотехнологию [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Л.М. Попова. – СПб, СПбГТУ РП, 2013. – 96. <http://nizrp.narod.ru/metod/kaforgchem/1.pdf>. - ЭБС ВШТЭ.
2. Рыжонков Д.И. Наноматериалы [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Д.И. Рыжонков, В.В. Лёвина, Э.Л. Дзидзигури — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014.— 366 с. <http://www.iprbookshop.ru/4593>. — ЭБС «IPRbooks».

#### б) дополнительная учебная литература

3. Словарь нанотехнологических и связанных с нанотехнологиями терминов [Электронный ресурс] — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010.— 528 с. <http://www.iprbookshop.ru/17439>.— ЭБС «IPRbooks».
4. Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии [Электронный ресурс]: учебное пособие/ А.И.Гусев — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009.— 416 с. <http://www.iprbookshop.ru/12979>. — ЭБС «IPRbooks».
5. Барыбин, А. А. Физико-химия наночастиц, наноматериалов и наноструктур [Электронный ресурс] : Учеб. пособие / А. А. Барыбин, В. А. Бахтина, В. И. Томилин, Н. П. Томилина. – Красноярск: СФУ, 2011. - 236 с. <http://www.knigafund.ru/books/181129>. - ЭБС «Книгафонд».

### 8.2. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Попова Л.М. Введение в нанотехнологию [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Л.М. Попова. – СПб, СПбГТУ РП, 2013. – 96. <http://nizrp.narod.ru/metod/kaforgchem/1.pdf>. - ЭБС ВШТЭ.

### 8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины

1. Химический информационный портал URL: [www.chemnet.ru](http://www.chemnet.ru);
2. Химический информационный портал URL: [www.chemnavigator.com](http://www.chemnavigator.com);
3. Электронная библиотечная система URL: [www.iprbookshop.ru](http://www.iprbookshop.ru).

### 8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

1. Microsoft Windows 8.1;
2. Microsoft Office Professional 2013.

### 8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Лекционная аудитория с мультимедийным учебным комплексом (ноутбук, медиапроектор);

### 8.6. Иные сведения и (или) материалы

Не предусмотрено

## 9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся	Организация деятельности обучающегося
Лекции	<p>Лекции являются теоретическим обеспечением дисциплины. На лекциях излагается основное содержание дисциплины, формулируются главные понятия и методология предмета. Содержание дисциплины иллюстрируется конкретными примерами, широко используется зарубежный и отечественный опыт по соответствующей тематике.</p> <p>Освоение лекционного материала обучающимся предполагает следующие виды работ:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Работа с конспектом лекций по данной дисциплине;</li> <li>• Чтение рекомендованной основной и дополнительной литературы;</li> <li>• Просмотр российских и зарубежных периодических изданий; ресурсов Интернет.</li> </ul> <p>Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации или лекции.</p>
Практические занятия	<p>Закрепление теоретических знаний; овладение умениями и навыками, предусмотренными целями конкретной темы или раздела программы; ознакомление с новыми методами исследования; изучение на практике методов научных исследований; развитие инициативы и самостоятельности в работе.</p>
Самостоятельная работа	<p>Данный вид работы предполагает расширение и закрепление знаний, умений и навыков, усвоенных на аудиторных занятиях путем самостоятельной проработки учебно-методических материалов по дисциплине и другим источникам информации, подготовки к коллоквиуму, устному опросу, реферату и зачету. Самостоятельная работа выполняется индивидуально, а также может проводиться при участии преподавателя. Реферат сдается в распечатанном виде и представляется на конференцию в виде презентации PowerPoint.</p> <p>При подготовке к зачету необходимо проработать конспекты лекций, рекомендуемую литературу, отчеты по лабораторным занятиям, получить консультацию у преподавателя.</p>

## 10. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 10.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

#### 10.1.1. Показатели оценивания компетенций на этапах их формирования

Код компетенции (этап формирования)	Показатели оценивания компетенций	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
ОК-5 (1)	<p>Может аргументировано изложить сведения о тенденциях развития нанотехнологий и о современных методах исследования органических соединений.</p> <p>Способен использовать полученные теоретические знания и приобретать новые навыки и приемы работы.</p> <p>Пользуется навыками извлечения информации из различных источников, современными методами научных исследований.</p>	<p>1. Устное собеседование</p> <p>2. Практическое задание</p>	<p>1. Перечень вопросов к зачету (40 вопросов)</p> <p>2. Практические задания (20 заданий)</p>
ПК-19 (1)	<p>1. Называет требования, предъявляемые к структуре и содержанию учебно-</p>	<p>1. Устное собеседование</p> <p>2. Практическое</p>	<p>1. Перечень вопросов к зачету (40 вопросов)</p>

Код компетенции (этап формирования)	Показатели оценивания компетенций	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
	методической документации. 2. Структурирует найденные материалы, использует различные методы представления информации, описывает методики проведения экспериментов. 3. Показывает навыки разработки учебно-методической документации для проведения учебного процесса .	задание	2. Практические задания (20 заданий)

### 10.1.2. Описание шкал и критериев оценивания сформированности компетенций

#### Критерии оценивания сформированности компетенций

Оценка по традиционной шкале	Критерии оценивания сформированности компетенций
Зачтено	Обучающийся показывает всестороннее и глубокое знание достаточный уровень знания нанотехнологий для создания наноразмерных объектов, свободно ориентируется в основных понятиях, терминах и определениях; усвоил основную и знаком с дополнительной литературой; может свободно ориентироваться в предложенной теме; проявляет творческие способности в использовании учебного материала.
Не зачтено	Обучающийся не имеет достаточного уровня знания дисциплины; не может написать основные реакции, лежащие в основе нанотехнологий; плохо ориентируется в основных понятиях и определениях; плохо знаком с основной литературой; допускает при ответе на зачете существенные ошибки и не может устранить их даже под руководством преподавателя.

### 10.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

#### 10.2.1. Перечень вопросов к зачету, разработанный в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Формулировка вопросов	№ темы
1	Свободная манипуляция атомами и молекулами	1
2	История возникновения нанотехнологии	1
3	Примеры практического применения нанотехнологий	1
4	Естественные границы развития современной микроэлектроники	1
5	Создание объектов по принципу «сверху-вниз» и «снизу-вверх»	1
6	Суть «туннельного эффекта»	2
7	Принципы работы просвечивающего электронного микроскопа (ПЭМ)	2
8	Сканирующие электронные микроскопы	2
9	Сканирующие зондовые микроскопы	2
10	Принцип работы сканирующего туннельного микроскопа	2
11	Работа атомно-силового микроскопа	2
12	Принцип работы сканирующего оптического микроскопа ближнего поля (СОМБП)	2
13	Наноскопическая литография	3
14	Перьевая нанолитография	3
15	Электронно-лучевая литография	3
16	Молекулярный синтез	3
17	Наноскопическое выращивание кристаллов	3
18	Полимеризация	3
19	Нанокирпичики и строительные блоки	3
20	Классификация наноразмерных строительных блоков. Нульмерные структуры:	4



	наночастицы, нанокластеры и нанокристаллы (основные параметры и агрегатное состояние)	
21	Сопоставление нульмерных наночастиц и традиционных коллоидных частиц. Понятие «квантовые точки»	4
22	Первые сложные нульмерные структуры – фуллерены. Краткая характеристика, история создания	4
23	Схемы первых установок по синтезу фуллеренов	4
24	Разновидности фуллеренов: одно-, двух и трехслойные. Современное состояние химии фуллеренов (различные производные - эндофуллерены, металлофуллерены)	4
25	Способы введения атомов металла во внутреннюю полость фуллерена	4
26	Понятие о растворном синтезе. Требование к стабилизирующим агентам нанокластеров	4
27	Примеры использования цитрата натрия, TADDD и $\text{NaBH}_4$ для получения наночастиц золота и др. благородных металлов	4
28	Понятие о дендримерах. Перспективы использования дендримеров в качестве стабилизаторов шаблонов роста нанокластеров. Понятие о нанореакторах и кросс-связанных стабилизаторах	4
29	Самосборка нульмерных наноструктур в упорядоченные массивы. Понятие о наномашине	4
30	Краткая характеристика одномерных наноблоков (нанотрубка, нановолокно, нанопроволока, наностержень)	5
31	Углеродные нанотрубки, классификация, механические и электропроводящие свойства	5
32	Перспективные направления использования углеродных нанотрубок (создание плоских дисплеев, полевых транзисторов, армированных полимеров и текстильных волокон)	5
33	Предполагаемые механизмы роста нанотрубок (пар–жидкость–кристаллы)	5
34	Ряд каталитической активности металлов для процесса роста нанотрубок	5
35	Предполагаемые механизмы роста нанотрубок (присоединения к поверхности)	5
36	Проблемы, возникающие при создании новых композитных материалов	6
37	Способы модификации поверхности нанотрубок	6
38	Рост одномерных нанотрубок. Первичные методы выращивания нанотрубок: лазерное испарение графитовых мишеней, электродуговой процесс и химическое нанесение из пара	6
39	Применение наноматериалов в медицине.	7
40	Применение наноматериалов в химической промышленности	7

### 10.2.2 Вариант типовых заданий, разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Условия типовых заданий	Ответ
1	Как очищают и сортируют фуллерены?	При сжигании образуется что-то вроде сажи. Её смешивают с растворителем (толуолом), затем эту смесь фильтруют, после отгоняют на центрифуге, так, чтобы из оставшихся мелких включений выделить наиболее крупные. Затем выпаривают. Оставшийся темный осадок – мелкодисперсная смесь различных фуллеренов. Эту смесь следует разделить по индивидуальным составляющим. Это производят с помощью жидкой хроматографии, высокоразрешающей электронной микроскопии и с помощью сканирующей зондовой микроскопии.
2	Какие существуют подходы для создания наноразмерных структур?	Существуют два подхода к обработке материалов (веществ) и созданию наноструктур. Эти подходы принято условно называть технологиями «сверху-вниз» и «снизу-вверх»
3	К чему приводит в нанобъектах более сильное проявление сил изображения, линейного и поверхностного натяжения?	Для нанобъектов силы изображения линейного и поверхностного натяжения проявляются гораздо сильнее, чем для макрообъектов, т.к. при удалении от поверхности в объеме твердого тела эти силы значительно ослабевают. Величина этих сил приводит к очистке объема нанобъекта от дефектов кристаллической структуры. Нанобъект имеет более совершенную кристаллическую структуру, чем макрообъект.

**10.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности), характеризующих этапы формирования компетенций**

**10.3.1. Условия допуска обучающегося к сдаче зачета и порядок ликвидации академической задолженности**

Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся

**10.3.2. Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине**

устная  письменная  компьютерное тестирование  иная\*

**10.3.3. Особенности проведения зачета:**

- Время на подготовку ответа по билету 20 минут.