

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
 федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
**«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
 ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ДИЗАЙНА»**

УТВЕРЖДАЮ  
 Первый проректор, проректор по учебной  
 работе

\_\_\_\_\_ А.Е. Рудин  
 « 30 » \_\_\_\_\_ 06 \_\_\_\_\_ 2020 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.04.02 <i>(Индекс дисциплины)</i>	Каталитически-активные наноматериалы, получение, свойства <i>(Наименование дисциплины)</i>
Кафедра: 32 <i>Код</i>	Наноструктурных, волокнистых и композиционных материалов <i>Наименование кафедры</i>
Направление подготовки:	18.04.01 Химическая технология
Профиль подготовки:	Технология получения полимерных наноматериалов
Уровень образования:	<b>магистратура</b>

### 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>144</b>		
	Аудиторные занятия	<b>68</b>		
	Лекции	17		
	Лабораторные занятия	51		
	Практические занятия			
	Самостоятельная работа	76		
Формы контроля по семестрам (номер семестра)	Экзамен			
	Зачет	3		
	Контрольная работа			
	Курсовой проект (работа)			
<b>Общая трудоемкость дисциплины (зачетные единицы)</b>		<b>4</b>		

Форма обучения:	Распределение зачетных единиц трудоемкости по семестрам											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Очная			<b>4</b>									
Очно-заочная												
Заочная												

Рабочая программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 18.04.01.Химическая технология

На основании учебных планов № 2/1/222



Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
<b>Планируемые результаты обучения</b>		
Знать:		
1) Физические основы нанотехники, размерные эффекты и свойства наночастиц		
Уметь:		
1) Разрабатывать технологические циклы производства изделий различного функционального назначения, определяемых применением наноматериалов; находить новые способы получения каталитически-активных наноматериалов, анализируя литературу по данной тематике		
Владеть:		
1) Навыками анализа информации в области изучения свойств и технологий получения каталитически-активных наноматериалов		

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

- Теоретические и экспериментальные методы исследования в химии (ОПК-4, ПК-1, ПК-2)
- Информационные технологии в науке и образовании (ОПК-4)
- Современные компьютерные технологии (ОПК-4)
- Патентно-лицензионная работа (ПК-2)
- Принципы инженерного творчества (ПК-2)
- Процессы массопереноса в системах с участием твердой фазы. Часть 1 (ПК-2)
- Научно-практический семинар (ПК-1)

## 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. Основы каталитической химии</b>			
Тема 1. Каталитические процессы. Гомогенный, гетерогенный катализ.	10		
Тема 2. Общие закономерности катализа.	10		
<b>Текущий контроль 1 Устный опрос</b>	6		
<b>Учебный модуль 2. Синтез нанокатализаторов</b>			
Тема 3 Основные методы получения каталитически-активных наноразмерных материалов.	10		
Тема 4 Наноразмерные каталитически-активные порошки и нанопористые катализаторы. Особенности получения, свойства.	10		
Тема 5 Основные тенденции развития катализаторов	10		
<b>Текущий контроль 2 Устный опрос</b>	6		
<b>Учебный модуль 3 Наноразмерные каталитически-активные материалы и их свойства</b>			
Тема 6 Методы исследования свойств наноматериалов	10		
Тема 7 Зависимость свойств и активности катализатора от размера при переходе к наномасштабу	10		
Тема 8 Структурные и фазовые превращения в каталитически-активных наноматериалах	10		
<b>Текущий контроль 3 Устный опрос</b>	6		
<b>Учебный модуль 4 Технологические особенности получения каталитически-активных материалов</b>			
Тема 9 Специфика получения каталитически-активных порошков	10		
Тема 10 Получение каталитически-активных композиционных материалов	10		
<b>Текущий контроль 4 Устный опрос</b>	6		
<b>Промежуточная аттестация по дисциплине (Зачет)</b>	<b>20</b>		
<b>ВСЕГО:</b>	<b>144</b>		

## 3. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

### 3.1. Лекции

Номера	Очное обучение	Очно-заочное обучение	Заочное обучение

изучаемых тем	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1	3	1				
2	3	1				
3	3	1				
4	3	2				
5	3	2				
6	3	2				
7	3	2				
8	3	2				
9	3	2				
10	3	2				
<b>ВСЕГО:</b>		<b>17</b>				

### 3.2. Практические и семинарские занятия

Не предусмотрено

### 3.3. Лабораторные занятия

Номера изучаемых тем	Наименование лабораторных занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1, 2	Знакомство с правилами техники безопасности. Правила оформления экспериментальных результатов. Свойства наночастиц: распределение по размерной шкале; методы оценки наноразмерных частиц.	3	6				
2	Изучение кинетики каталитических реакций на примере разложения перекиси водорода	3	6				
3, 4	Получение наноразмерных частиц путем измельчения и дробления. Разделение полученных порошков на фракции.	3	6				
10	Получение полимерных покрытий с наноразмерными каталитически-активными частицами. Оценка структуры и свойств полимерных покрытий в зависимости от количества наноразмерных включений	3	6				
3, 4	Получение каталитически-активных наночастиц из растворов солей различной концентрации методом дробного осаждения.	3	6				
5	Изучение работы фотокатализатора, содержащего частицы диоксида титана	3	7				
10	Получение висмутсодержащих углеродных волокон	3	7				
10	Получение серебросодержащих углеродных волокон	3	7				
<b>ВСЕГО:</b>			<b>51</b>				

## 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
1-4	Устный опрос	3	4				

## 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	30				
Подготовка к лабораторным занятиям	3	26				
Подготовка к зачету	3	20				
<b>ВСЕГО:</b>		<b>76</b>				

## 7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

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

Наименование видов учебных занятий	Используемые инновационные формы	Объем занятий в инновационных формах (часы)		
		очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Лекции	Опрос на лекциях, подведение итогов в конце лекции, активный разбор сложных вопросов и ситуаций по тематике заданных магистрантами вопросов, чтение лекций с элементами дискуссии и «проблемных» лекций	12		
Практические и семинарские занятия	Не предусмотрены			
Лабораторные занятия	Индивидуализация выполнения расчетных заданий и коллективное обсуждение при подведении итогов и обобщении их результатов	36		
<b>ВСЕГО:</b>		<b>48</b>		

### 7.2. Балльно-рейтинговая система оценивания успеваемости и достижений обучающихся

#### Перечень и параметры оценивания видов деятельности обучающегося

№ п/п	Вид деятельности обучающегося	Весовой коэффициент значимости, %	Критерии (условия) начисления баллов
1	Посещение аудиторных занятий, аудиторная активность	10	2 балла за каждое занятие (всего 25 занятий в семестре), максимум <b>50</b> баллов 2 балла за ответы на устные вопросы (максимум <b>50</b> баллов) Максимум за семестр 100 баллов.
2	Выполнение заданий текущего контроля (устный опрос)	40	0 - 25 баллов за каждый устный опрос (всего 4 устных опроса). Максимум за семестр 100 баллов.
3	Сдача зачета	50	0 - 50 баллов за ответы на теоретические вопросы, 0 - 50 баллов за выполнение практического задания. Максимум за сдачу зачета 100 баллов.
<b>Итого (%):</b>		<b>100</b>	

### Перевод балльной шкалы в традиционную систему оценивания

Баллы	Оценка по нормативной шкале	
86 - 100	5 (отлично)	Зачтено
75 – 85	4 (хорошо)	
61 – 74		
51 - 60		
40 – 50	3 (удовлетворительно)	Не зачтено
17 – 39	2 (неудовлетворительно)	
1 – 16		
0		

## 8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 8.1. Учебная литература

а) основная учебная литература

- 1 Прокофьева Н.И. Физические эффекты нанотехнологий [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Н.И. Прокофьева, Л.А. Грибов — М.: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2013.— 100 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/23754> . — ЭБС «IPRbooks» , по паролю
2. Витязь П.А. Наноматериаловедение [Электронный ресурс]: учебное пособие/ П.А. Витязь, Н.А. Свидунович, Д.В. Куис — Минск: Вышэйшая школа, 2015.— 512 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/35501>. — ЭБС «IPRbooks» , по паролю

б) дополнительная учебная литература

1. Сергеев Н.А. Физика наносистем [Электронный ресурс]: монография/ Н.А. Сергеев, Д.С. Рябушкин — М.: Логос, 2015.— 192 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/33418>. — ЭБС «IPRbooks» , по паролю
- 2 Величко А.А. Методы исследования микроэлектронных и нанозлектронных материалов и структур. Часть II [Электронный ресурс]: учебное пособие/ А.А. Величко, Н.И. Филимонова — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2014.— 227 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45105> . — ЭБС «IPRbooks» , по паролю

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

- 1.Эффективная аудиторная и самостоятельная работа обучающихся [Электронный ресурс]: методические указания / сост. С. В. Спицкий. — СПб.: СПбГУПТД, 2015. – Режим доступа: [http://publish.sutd.ru/tp\\_get\\_file.php?id=2015811](http://publish.sutd.ru/tp_get_file.php?id=2015811), по паролю.
2. Организация самостоятельной работы обучающихся [Электронный ресурс]: методические указания / сост. И. Б. Караулова, Г. И. Мелешкова, Г. А. Новоселов. – СПб.: СПГУТД, 2014. – 26 с. – Режим доступа: [http://publish.sutd.ru/tp\\_get\\_file.php?id=2014550](http://publish.sutd.ru/tp_get_file.php?id=2014550), по паролю.

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

- 1.Электронно-библиотечная система «IPRbooks» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru> .
- 2 Научная электронная библиотека открытого доступа «Киберленинка» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://cyberleninka.ru>

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

1. Windows 10,
2. OfficeStd 2016 RUS OLP NL Acdmc

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

- 1 Ноутбук
- 2 Видеопроектор с экраном
3. Лабораторные столы.
4. Лабораторная стеклянная и фарфоровая посуда (стаканы, колбы, бюксы, тигли).
5. Электроплитки, термостаты, водяные бани, термометры, сушильные шкафы, муфельные печи.

6. Приборы и оборудование для определения показателей качества реакционноспособных волокнистых материалов:

- электрофотокориметр;

- спектрофотометр;

7. Эксикаторы.

8. Водоструйные насосы.

#### 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>Освоение лекционного материала обучающимся предполагает следующие виды работ:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• проработка рабочей программы в соответствии с целями и задачами, структурой и содержанием дисциплины;</li><li>• конспект лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы и формулировки; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины.</li><li>• Проверка терминов, понятий: осуществлять с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь;</li><li>• работа с теоретическим материалом (конспектирование источников): найти ответ на вопросы в рекомендуемой литературе.</li></ul> <p>Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации или на практическом занятии.</p>
Практические занятия	Не предусмотрены
Лабораторные занятия	<p>Лабораторные занятия способствуют развитию практических навыков владения изучаемыми методами, оборудованием, технологиями и др. в процессе взаимодействия со специально разработанными модельными установками и/или образцами реально действующего оборудования, предполагают проведение учебного эксперимента на лабораторной установке (самостоятельно либо под руководством преподавателя); наблюдение за процессом.</p> <p>На лабораторных работах обучающийся изучает процесс или объект на основе взаимодействия с ним или его моделью (натурной). В результате проведения лабораторного занятия обучающийся должен либо понять принципы устройства и прикладные работы, либо освоить методику исследования выполняемой работы.</p> <p>Следует предварительно изучить методические указания по выполнению лабораторных работ</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 текущему контролю и зачету. Самостоятельная работа выполняется индивидуально.</p> <p>При подготовке к зачету необходимо ознакомиться с перечнем вопросов, проработать конспекты лекций и лабораторных занятий, рекомендуемую литературу, получить консультацию у преподавателя, подготовить презентацию материалов.</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 освоения	Показатели оценивания компетенций	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
---------------------------------	-----------------------------------	----------------------------------	---



Код компетенции / этап освоения	Показатели оценивания компетенций	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
ОПК-4 / второй	<p>Излагает возможности использования тех или иных физических методов для решения обратных задач, т. е. определения искомых параметров объектов исследования</p> <p>Проводит анализ и систематизацию научно-технической информации относительно особенностей и свойств каталитически-активных наноматериалов</p> <p>Определяет области применения, каталитически активных наноматериалов, исходя из их свойств</p>	Вопросы для устного собеседования, практическое задание	<p>Перечень вопросов для устного собеседования (4 вопроса, № 2-4,6)</p> <p>Практические задания (3 задания, пример №1)</p>
ПК – 1 / второй	<p>Перечисляет и поясняет основные тенденции развития способов получения полимерных каталитически-активных наноматериалов, в том числе наноструктурированных пленок. Проводит эксперименты по получению каталитически-активных наноматериалов, используя основные методические указания, разработанные на кафедре.</p> <p>На основании изученной литературы, использует новейшие технологические приемы при получении каталитически-активных наноматериалов.</p>	Вопросы для устного собеседования, практическое задание	<p>Перечень вопросов для устного собеседования (4 вопроса, № 1, 10,14,20)</p> <p>Практические задания (3 задания, пример № 4)</p>
ПК – 2 / второй	<p>Представляет основные этапы развития каталитически-активных материалов, доказывает эффективность применения наночастиц в качестве каталитически-активных материалов.</p> <p>Анализирует, как изменяются свойства катализаторов, при переходе к наноразмерным частицам.</p> <p>Проводит исследования направленные на придание каталитически-активных свойств наноматериалам.</p>	Вопросы для устного собеседования, практическое задание	<p>Перечень вопросов для устного собеседования (4 вопроса, № 13, 15, 16, 18)</p> <p>Практические задания (3 задания, пример №5)</p>

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

#### Критерии оценивания сформированности компетенций

Баллы	Оценка по традиционной шкале	Критерии оценивания сформированности компетенций
		Устное собеседование
40 – 100	Зачтено	Обучающийся своевременно выполнил лабораторные работы и представил результаты в требуемой форме, ответил на дополнительные вопросы на зачете, возможно допуская несущественные ошибки в ответе на вопросы преподавателя. <b>Учитываются баллы, накопленные в течение семестра.</b>
0 – 39	Не зачтено	Обучающийся не выполнил (выполнил частично) лабораторные работы, не представил результаты в требуемой форме); не смог ответить на дополнительные вопросы на зачете, допустил существенные ошибки в ответе на вопросы преподавателя. <b>Не учитываются баллы, накопленные в течение семестра.</b>

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

№ п/п	Типовое практическое задание	Пример ответа
1	Провести анализ данных сканирующей электронной микроскопии	Дан снимок, сделанный с помощью сканирующего электронного микроскопа, на котором изображен наноразмерный каталитизатор. Определить размер частиц, дать характеристику их структуры.

2	Перечислить основные способы синтеза неорганических наночастиц.	Создание наночастиц с помощью лазерного испарения. Высокочастотный индукционный нагрев. Химические методы. Термолиз.
3	Дать определение понятию «наночастица».	Наночастица — изолированный твердофазный объект, имеющий отчетливо выраженную границу с окружающей средой, размеры которого во всех трех измерениях составляют от 1 до 100 нм.
4	Дать характеристику формы частиц и пор в пористых твердых телах с примерами	Сферические или овальные частицы (сажи, силикагели, алюмосиликаты, аэросилы, почти все свежеполученные гели и аэрогели аморфного строения, песок). Пластинки, слои (каолинит, дикиит, тальк, слюда, монтмориллонит, вермикулит, графит). Иглы, волокна (гидроксид и оксид железа, оксид вольфрама, гидроксид меди, гель оксида ванадия, оксид циркония). Каналы, губчатая структура (пористые стекла, активированные угли, целлюлозные фильтры, вспененные и пористые материалы из металлов, керамики, полимеров).
5	Привести примеры химико-технологических процессов, в которых используются каталитически-активные материалы	Крекинг Риформинг Гидросульфирование Гидрокрекинг Изомеризация Полимеризация Алкилирование

### 10.2.1. Перечень вопросов (тестовых заданий), разработанный в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Формулировка вопросов	№ темы
1	Основные задачи развития научных исследований в области каталитически-активных материалов.	1,2
2	Катализ. Основные понятия и терминология.	1,2
3	Гомогенный катализ. Основные принципы, примеры.	1
4	Гетерогенный катализ. Основные принципы, примеры.	1
5	Получение катализаторов. Основные принципы и методы.	3
6	Виды катализаторов. Привести примеры использования.	4
7	Методы интенсификации каталитических процессов	4
8	Свойства каталитически-активных наноматериалов	4
9	Каталитически-активные пористые материалы. Методы получения, свойства	4
10	Причины изменения физико-химических свойств при уменьшении размеров наночастиц	7
11	Методы структурного и химического исследования наноматериалов	6
12	Структурные методы (микроскопия и спектроскопия) исследования наноструктурных материалов	6
13	Эффективность применения наночастиц в качестве катализаторов	7
14	Носители катализатора. Требования, предъявляемые к подложкам, на которых закреплен катализатор.	10
15	Каталитически-активные материалы в биотехнологии и медицине	5
16	Основные свойства наноразмерных каталитически-активных веществ и их зависимость от размера частиц	7
17	Фазовые превращения в каталитически-активных наноматериалах	8
18	Применение каталитически-активных наноматериалов	5, 7
19	Получение наноразмерных каталитически-активных веществ в виде порошков	9
20	Технологии получения каталитически-активных композиционных материалов	10

### 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 (экзамена, зачета и / или защите курсовой работы) и порядок ликвидации академической задолженности

Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся (принято на заседании Ученого совета 31.08.2013г., протокол № 1)

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

устная

письменная

компьютерное тестирование

иная\*

*\*В случае указания формы «Иная» требуется дать подробное пояснение*

**10.3.3. Особенности проведения (экзамена, зачета и / или защиты курсовой работы)**

- **возможность пользоваться** словарями, справочниками, иными материалами;
- **время** на подготовку 30 минут,
- **время** на ответ 20 минут.