

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»



УТВЕРЖДАЮ
Искан ФМТ В.И. Ряжских
«31» августа 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

«Технология и метрологическое обеспечение изготовления
нанопористых материалов»

Направление подготовки 27.04.01 СТАНДАРТИЗАЦИЯ И МЕТРОЛОГИЯ

Профиль

Квалификация выпускника магистр

Нормативный период обучения 2 года

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2018


Автор программы


_____/В.А. Небольсин /

Заведующий кафедрой
химии и химической
технологии материалов


_____/ О.Б. Рудаков /

Руководитель ОПОП


_____/ В.А. Небольсин /

Воронеж 2018

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Формирование и конкретизация знаний по практической организационно-методической метрологической деятельности, включая разработку и анализ состояния метрологического обеспечения с учетом правовых норм, отраслевой и видовой специфики объектов метрологического обеспечения.

1.2. Задачи освоения дисциплины

Приобретение обучающимися знаний в области понимания структуры Государственной системы измерений в России, правовых основ в области метрологии, стандартизации, сертификации и метрологического обеспечения производства, исследований и контроля качества изготовленной продукции

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Технология изготовления и метрология нитевидных кристаллов» относится к дисциплинам вариативной части (дисциплина по выбору) блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Технология изготовления и метрология нитевидных кристаллов» направлен на формирование следующих компетенций:

ПВК-3 - способность использовать известные методы, способы и научные результаты для решения новых проблем

ПВК-5 - исследовать причины появления некачественной продукции на производстве и разрабатывать предложения по предупреждению и устранению причин низкого качества продукции и управлению несоответствующей продукцией

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПВК-3	знать общие принципы технологии и методы синтеза нанопористых материалов
	уметь анализировать и синтезировать, находящуюся в распоряжении исследователя, информацию по технологии изготовления нанопористых материалов и принимать на этой основе адекватные решения
	владеть навыками сбора и обработки необходимых данных по технологии и метрологическому обеспечению изготовления нанопористых материалов
ПВК-5	знать проблемы метрологического обеспечения,

	управляемого синтеза нанопористых систем и совместимости технологических процессов с действующими производственными технологиями
	уметь исследовать причины появления некачественной продукции в технологии изготовления нанопористых материалов на производстве и разрабатывать предложения по предупреждению и устранению причин низкого качества продукции и управлению несоответствующей продукцией
	владеть методиками исследования причин появления некачественной продукции на производстве и разработки предложений по предупреждению и устранению причин низкого качества продукции и управлению несоответствующей продукцией

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Технология изготовления и метрология нитевидных кристаллов» составляет 5 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры	
		3	4
Аудиторные занятия (всего)	75	27	48
В том числе:			
Лекции	21	9	12
Практические занятия (ПЗ)	42	18	24
Лабораторные работы (ЛР)	12	-	12
Самостоятельная работа	105	63	42
Виды промежуточной аттестации - зачет, зачет с оценкой	+	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	180	90	90
зач.ед.	5	2.5	2.5

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий
очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Введение в технологию нанопористых	Общие принципы технологии изготовления нанопористых систем. Базовые термины и	3	6	2	16	27

	материалов. Получение и свойства нанопористых материалов селективным выщелачиванием	и	понятия. Нанопористые материалы. Природные пористые материалы (алюмосиликаты, кремнезем, углерод). Порообразование. Поверхностные явления как результат самопроизвольных процессов уменьшения поверхности раздела фаз и поверхностной энергии. Особенности искривленной поверхности раздела фаз. Основные физико-химические методы получения нанопористых материалов. Сущность технологии. Селективное выщелачивание компонентов биметаллических сплавов (Ag-Au, Ni-Zn и др.), интерметаллических соединений (CuAl ₂ , NiAl ₃ и др.) и стекол (TiO ₂ , ZrO ₂ , HfO ₂ , CuO, ZnO, CdO, La ₂ O ₃ и др.). Свойства получаемых нанопористых материалов.					
2	Получение и свойства нанопористых материалов золь-гель процессе. Получение и свойства нанопористых материалов селективным удалением металлов из карбидов	и в	Сущность технологии и их разновидности. Переход лиозоль→лиогель→удаление растворителя. Гидрозоли и органозоли (алкозоли, этерозоли). Гидрогели и органогели (алкогели, этерогели). Процессы получения пористых TiO ₂ , ZrO ₂ , HfO ₂ , CuO, ZnO, CdO, La ₂ O ₃ и оксидов других металлов. Свойства получаемых нанопористых материалов. Получение нанопористых материалов селективным удалением металлов из карбидов селективной возгонкой и селективным химическим травлением (окислительным хлорированием). Свойства получаемых нанопористых материалов.	4	6	2	18	30
3	Получение и свойства нанопористых материалов электрохимическим окислением. Получение и свойства	и	Электрохимическое анодирование. Технологические схемы процессов получения нанопористых систем методом электрохимического окисления металлов. Технология электрохимического окисления алюминия.	4	6	2	18	30

	<p>нанопористых материалов каталитическим пиролизом углеводородов и полимеров. Получение и свойства нанопористых материалов матричными методами</p>	<p>Двухступенчатое оксидирование. Влияние режимов анодирования на порообразование оксидов металлов. Анодирование в серной кислоте. Анодирование в щавелевой кислоте. Получение нанопористого ZrO_2, SnO_2, Si, MgO. Свойства получаемых нанопористых материалов. Каталитический пиролиз углеродсодержащих соединений. Карбонизация полимеров, органических смол, сахарозы и др. Матричная технология получения пористых металлов (Pt, Pd), сплавов (Pt-Ru, Pt-Ni), оксидов (TiO_2, Nb_2O_5), полупроводниковых халькогенидов (ZnS, CdS, $CdTe$) с помощью матриц из нанопористого SiO_2.</p>					
4	<p>Функциялизация нанопористых материалов</p>	<p>Понятие функциялизации и ее назначение. Наиболее распространенные функцияльные группы (карбоксильные, гидроксильные, аминные, сульфатные, нитратные). Газофазная и паровая функциялизация пористых наноматериалов. Функциялизация углеродных материалов частичным окислением в смеси концентрированных кислот. Функциялизация полимерами и металлами. Стабилизация функциялизованных нанопористых материалов.</p>	4	8	2	18	32
5	<p>Тубулярные структуры нанопористых материалов</p>	<p>Нанотрубчатый анодный TiO_2. Получение тубулярной структуры нанопористого TiO_2 анодным окислением Ti. Пористый и барьерный слои нанотрубчатого оксида титана. Влияние режимов анодирования на порообразование нанотрубчатогооксида титана. Модели формирования тубулярных слоев нанопористого TiO_2 при электрохимическом окислении Ti. Возможные направления применения тубулярных структур TiO_2.</p>	4	8	2	18	32

		Трубчатые структуры других материалов. Трубчатый углерод (углеродные нанотрубки). Трубчатый VN. Нанотрубки MoS ₂ . Трубчатый кремний и др.					
6	Метрологические характеристики нанопористых материалов и их определение. Применение нанопористых материалов	Применяемое технологическое и метрологическое оборудование. Проблемы метрологического обеспечения, управляемого синтеза нанопористых систем. Проблемы совместимости технологических процессов синтеза нанопористых систем с действующими производственными технологиями. Механические, оптические, электротранспортные свойства пористых наноматериалов. Удельная поверхность. Проницаемость. Прочность. Термическая и химическая устойчивость. Фотоэлементы, сорбенты, катализаторы, мембранные фильтры и молекулярные сита, двумерные фотонные и фоновые кристаллы, калибровочные матрицы.	2	8	2	17	29
Итого			21	42	12	105	180

5.2 Перечень лабораторных работ

№ п/п	Наименование лабораторной работы	Объем часов
1	Атомно-силовая микроскопия поверхности нанопористого оксида титана	4
2	Определение коэффициента пропускания и оптической плотности нанопористых оксидов алюминия	4
3	Синтез нанопористого оксида титана	4
Итого часов		12

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной

работы.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

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

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПВК-3	знать общие принципы технологии и методы синтеза нанопористых материалов	Степень осознанности, понимания изученного	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь анализировать и синтезировать, находящуюся в распоряжении исследователя, информацию по технологии изготовления нанопористых материалов и принимать на этой основе адекватные решения	Осознанность выполнения действия (умения).	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть навыками сбора и обработки необходимых данных по технологии и метрологическому обеспечению изготовления нанопористых материалов	Правильность выполнения последовательность и действий.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПВК-5	знать проблемы метрологического обеспечения, управляемого	Степень осознанности, понимания	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	синтеза нанопористых систем и совместимости технологических процессов с действующими производственным и технологиями	изученного		
	уметь исследовать причины появления некачественной продукции в технологии изготовления нанопористых материалов на производстве и разрабатывать предложения по предупреждению и устранению причин низкого качества продукции и управлению несоответствующей продукцией	Осознанность выполнения действия (умения).	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть методиками исследования причин появления некачественной продукции на производстве и разработки предложений по предупреждению и устранению причин низкого качества продукции и управлению несоответствующей продукцией	Правильность выполнения последовательность и действий.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 3, 4 семестре для очной формы обучения по двух/четырёх-балльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ПВК-3	знать общие принципы	Тест	Выполнение	Выполнение

	технологии и методы синтеза нанопористых материалов		теста на 70-100%	менее 70%
	уметь анализировать и синтезировать, находящуюся в распоряжении исследователя, информацию по технологии изготовления нанопористых материалов и принимать на этой основе адекватные решения	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть навыками сбора и обработки необходимых данных по технологии и метрологическому обеспечению изготовления нанопористых материалов	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПВК-5	знать проблемы метрологического обеспечения, управляемого синтеза нанопористых систем и совместимости технологических процессов с действующими производственными технологиями	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	уметь исследовать причины появления некачественной продукции в технологии изготовления нанопористых материалов на производстве и разрабатывать предложения по предупреждению и устранению причин низкого качества продукции и управлению несоответствующей продукцией	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть методиками	Решение прикладных задач	Продемонстриро	Задачи не

	исследования причин появления некачественной продукции на производстве и разработки предложений по предупреждению и устранению причин низкого качества продукции и управлению несоответствующей продукцией	в конкретной предметной области	ва и н верный ход решения в большинстве задач	решены
--	--	---------------------------------	---	--------

или

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ПВК-3	знать общие принципы технологии и методы синтеза нанопористых материалов	Тест	Выполнение теста на 90- 100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь анализировать и синтезировать, находящуюся в распоряжении исследователя, информацию по технологии изготовления нанопористых материалов и принимать на этой основе адекватные решения	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть навыками сбора и обработки необходимых данных по технологии и метрологическому обеспечению изготовления нанопористых материалов	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

ПВК-5	знать проблемы метрологического обеспечения, управляемого синтеза нанопористых систем и совместимости технологических процессов с действующими производственными технологиями	Тест	Выполнение теста на 90- 100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь исследовать причины появления некачественной продукции в технологии изготовления нанопористых материалов на производстве и разрабатывать предложения по предупреждению и устранению причин низкого качества продукции и управлению несоответствующей продукцией	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть методиками исследования причин появления некачественной продукции на производстве и разработки предложений по предупреждению и устранению причин низкого качества продукции и управлению несоответствующей продукцией	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки

знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

2. Какое из нижеприведенных утверждений можно отнести к определению прекурсора:

а) частица вещества микроскопических размеров и массы, наименьшая часть химического элемента, являющаяся носителем его свойств

б) одна из форм материи, состоящая из фермионов или содержащая фермионы наряду с бозонами; обладает массой покоя, в отличие от некоторых типов полей, как например электромагнитное.

в) химический реагент, участвующий на любой стадии производства токсичного химического вещества любым способом, играющий важную роль в определении токсичных свойств конечного продукта и быстро реагирующий с другими химикатами в бинарной или многокомпонентной системе.

3. Как называется доля объема пор в общем объеме пористого тела:

а) порометрия,

б) пористость,

в) никак не называется.

4. Какие поры в структуре пористых оксидных пленок называются наноразмерными?

а) поры, линейные размеры которых сравнимы с длиной волны солнечного света,

б) поры, линейные размеры которых хотя бы по одной из координат менее 100 нм,

в) поры, линейные размеры которых сравнимы с длиной волны де-Бройля носителей заряда.

5. Относятся ли нанопоры к поверхностным дефектам:

а) да;

б) нет;

в) да, если они нарушают структуру материала;

г) нет, если они не нарушают структуру материала.

6. Порометрия или порозиметрия – это:

а) широко распространенный метод измерения объема пор (общего и удельного) и распределения их по размерам в диапазоне мезо- и макропор

б) способ получения пористых материалов

в) определение характеристик пористой структуры материалов, в частности, среднего размера пор и распределения пор по размерам.

7. Пористые активные угли как носители для катализаторов нашли

ограниченное распространение по причине:

- а) высокой стоимости, сложности воспроизводимости пористой структуры и низкой механической прочности гранул
- б) окисления углерода в процессе химического активирования углеродных,
- в) неустойчивости к действию кислот, щелочей и влаги.

8. Для определения фрактальной размерности пустот в пористой среде используется:

- а) интрузионная ртутная порометрия;
- б) малоугловое рассеяние рентгеновских лучей и нейтронов;
- в) ядерный магнитный резонанс.

9. Основные достоинства использования пористых материалов:

- а) возможность производства больших объемов;
- б) возможность создания нанокompозитов со случайной геометрией;
- в) возможность введения в поры широкого круга материалов.

10. От какого технологического параметра существенно зависит толщина нанопористых пленок оксидов металлов, синтезируемых электрохимическим окислением в гальваностатическом режиме ?

- а) от времени процесса,
- б) от величины анодного тока,
- в) от разности потенциалов, при которой происходит окисление.

12. При варьировании каких характеристик процесса анодирования Ti можно получать пленки с воспроизводимыми характеристиками:

- а) состав электролита анодирования, его концентрация, плотность тока анодирования, напряжение формовки,
- б) температура и время отжига, состав высокотемпературной атмосферы,
- в) стехиометричность образующегося диоксида титана, плотность и толщина оксидного слоя.

13. Изменение химического потенциала при образовании нанопор в результате электрохимического анодирования характеризует перенос определенного числа молей вещества из одной фазы в другую. Это число молей равно:

- а) мольному объему вещества, деленному на объем наночастицы
- б) площади поверхности наночастицы, деленной на объем наночастицы
- в) объему наночастицы, деленному на мольный объем вещества.

14. Высокие перспективы развития нанопористых материалов определяются (выбрать неправильный ответ):

- а) востребованностью применения наноматериалов в различных

отраслях науки и техники

- б) развитием технической экспериментальной базы для работы с нанообъектами
- в) необходимостью решения проблем в экологической и военной сферах
- г) особыми свойствами материалов в наноразмерном диапазоне.

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Можно ли считать, что с точки зрения термодинамики переход от массивного вещества к нанокристаллическому является фазовым переходом первого рода?

- а) да, можно, т.к. существует некоторый критический размер частиц, ниже которого проявляются свойства, характерные для нанокристаллов.
- б) нет, нельзя, т. к. размерные эффекты на всех свойствах проявляются постепенно и постепенно нарастают с уменьшением размера наночастиц.
- в) на данный вопрос нет однозначного ответа, т.к. все без исключения экспериментальные исследования на наноматериалах выполнены со значительной дисперсией размеров, а дисперсия размеров размывает фазовый переход, если таковой имеется.

2. Какие из нижеследующих материалов используются как фотонный кристалл:

- а) ксерогели;
- б) искусственные опалы;
- в) цеолиты.

3. Во сколько раз возрастает удельная поверхность НК углерода диаметром 50 мкм и длиной 1 мм при уменьшении диаметра до 100 нм, если его удельная поверхность равна $3,2 \cdot 10^5$ м²/кг, а плотность углерода $0,47 \cdot 10^3$ мг/м³?

- 1) в 5 раз, 2) в 50 раз, 3) в 500 раз, 4) другое.

4. По форме поры в твердых телах можно условно разделить на три основных группы:

- 1) закрытые поры, каналобразующие, тупиковые поры,
- 2) открытые поры, каналобразующие, тупиковые поры,
- 3) прямолинейные, извилистые, петлеобразные.

5. Во сколько раз увеличится свободная поверхностная энергия капель жидкого золота со средним диаметром 40 нм по сравнению с ее недисперсным массивным состоянием с площадью поверхности 6 см²? Плотность жидкого золота $17 \cdot 10^3$ кг/м³.

- а) в 300 раз,

- б) в 3000 раз,
- в) в 3 млн. раз,
- г) в 3 млрд. раз.

6. Причинами, по которым определяются перспективы области развития нанопористых материалов (выбрать неправильный ответ):

- а) появление принципиально новых инструментальных способов идентификации
- б) возможность реализации размерных эффектов
- в) хорошая воспроизводимость физико-химических свойств индивидуальных частиц
- г) перспектива широкого внедрения наноматериалов в различных отраслях науки и техники.

7. Свойства макрофазы и нанофазы, образованных одним и тем же веществом А, различаются. Какие из приведенных величин будут уменьшаться при переходе от макро- к нанофазе?

- а) температура кипения А при атмосферном давлении;
- б) давление насыщенного пара А над нанофазой;
- в) константа равновесия реакции, в которой А является реагентом;
- г) константа равновесия реакции, в которой А является продуктом.

8. Зная общую пористость в 45% и исходя из среднего радиуса нанопоры 3 нм, рассчитайте среднюю концентрацию сквозных цилиндрических пор в слое пористого кремния толщиной $h=1 \cdot 10^{-2}$ см.

- а) $5,5 \cdot 10^{14} \text{ см}^3$,
- б) $5,5 \cdot 10^{-14} \text{ см}^{-3}$,
- в) $1,6 \cdot 10^{15} \text{ см}^{-3}$,
- г) $1,6 \cdot 10^{15} \text{ см}^{-2}$.

9. Отжиг нанопористого TiO_2 приводит:

- а) к образованию наличия кристаллического анатаза,
- б) к образованию рентгеноаморфной структуры,
- в) к сохранению исходной кристаллической структуры TiO_2 ,
- г) к сохранению исходной рентгеноаморфной структуры TiO_2 .

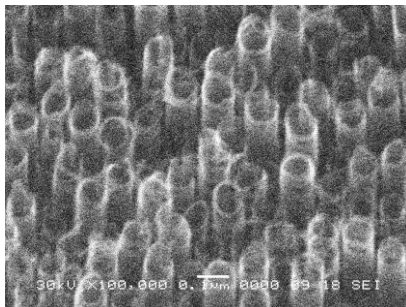
10. Можно ли ленточные кристаллы диоксида олова считать нанопористыми структурами?

- а) да
- б) нет
- в) при определенных условиях.

Данные рентгенофазового анализа для образца ($U=20\text{ В}$), отожженного при 773 К , свидетельствуют о наличии кристаллического анатаза, в то время как, неотожженный является рентгеноаморфным

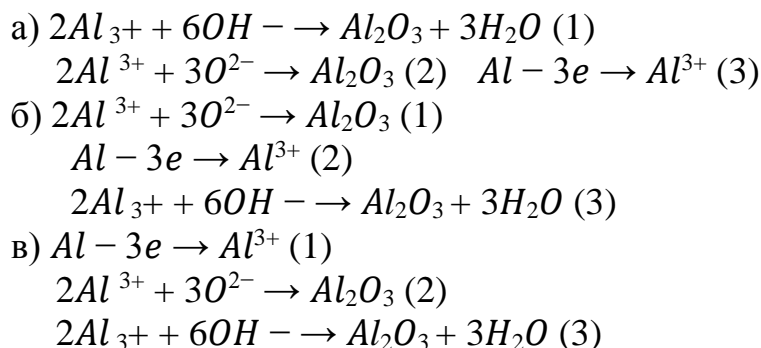
7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Приведенное РЭМ-изображение поверхности анодированного титана свидетельствует о наличии:



- а) ячеистой структуры поверхности
- б) микропористой поверхности
- в) нанопористой поверхности
- г) нанотрубчатой поверхности.

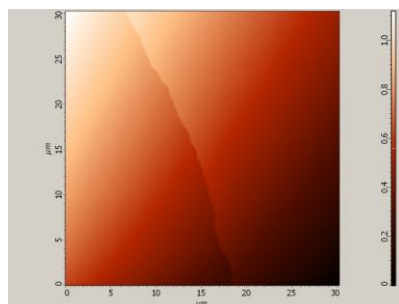
2. Последовательность стадий роста анодной пленки алюминия, приводящая к роста барьерного слоя сводится к следующему:



3. Определите какое изображение поверхности титановой фольги получено на растровом электронном микроскопе, а какое на сканирующем зондовом:



а)



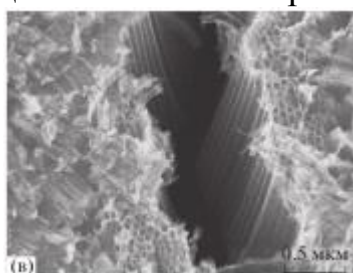
б)

- а) а) на сканирующем зондовом, б) на растровом
- б) а) на растровом, б) на сканирующем зондовом
- в) а) и б) на растровом
- г) а) и б) на сканирующем зондовом.

4. Для удаления пористой пленки с поверхности алюминия после первой стадии двухстадийного окисления используется:

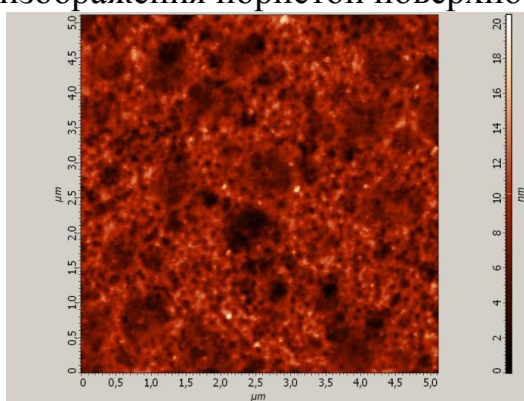
- а) водные растворы HgCl_2 , CuCl_2 : HCl при комнатной температуре
- б) комбинации водных растворов H_3VO_3 с водными растворами нитратов
- в) 5% раствор H_3PO_4 с добавкой 2,5 % Cr_2O_3 при температуре 50 °С.

5. Чем можно объяснить загрязненность нанопористой поверхности оксида титана, показанной на данном РЭМ-изображении



- а) недостаточно стерильными условиями проведения процесса
- б) образованием гидратированного аморфного оксида титана
- в) образованием слоя оксида титана на металлической поверхности за счет взаимодействия металла с O_2^- или OH^- ионами.

6. Какую информацию можно получить из приведенных СЗМ-изображения пористой поверхности оксида титана и ее профиля:



- а) о режимах оксидирования
- б) о размерах пор
- в) о фазовом составе нанопористого материала.

7. На анодных кривых, снятых на титановой пластине в растворах состава: 1 – этиленгликоль + 1 % HF + 1 % H_2O ; 2 – этиленгликоль + 1 % NH_4F + 1 % H_2O с ростом потенциала на аноде величина анодного тока:

- а) возрастает,
- б) уменьшается,
- в) не изменяется.

8. Порошок диоксида титана имеет удельную поверхность $110 \text{ м}^2/\text{г}$. Считая, что порошок состоит из сферических частиц одного и того же размера, рассчитайте их радиус. Сколько атомов титана и кислорода входят в состав одной наночастицы? Плотность TiO_2 равна $3.6 \text{ г}/\text{см}^3$.

- а) 30.6 нм ; $N(\text{Ti}) = 100\,000$, $N(\text{O}) = 100\,000$,
- б) 7.6 нм ; $N(\text{Ti}) = 50\,000$, $N(\text{O}) = 100\,000$,
- в) 7.0 нм ; $N(\text{Ti}) = 50\,000$, $N(\text{O}) = 50\,000$.

9. Чем вызвано образование нанопор в электрохимическом процессе:

- а) стимулированным электрическим полем растворением пленки у оснований пор
- б) локальным нагревом пленки за счет джоулевого тепла
- в) присутствием пространственного заряда катионов в пленке вокруг поры.

10. Почему в водных растворах, содержащих серную и плавиковую кислоты, образование оксидной пленки TiO_2 с нанопористой структурой на поверхности титана при комнатной температуре не происходит?

- а) это обусловлено тем, что в серной и плавиковой кислотах не достигаются оптимальные значения потенциалов анода, при которых может происходить формирование нанопористой структуры оксида титана,
- б) это обусловлено заметным влиянием процесса травления оксида,
- в) это обусловлено тем, что анодный ток не изменяется, что вызвано протеканием анодного растворения титана через поры оксидной пленки.

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету и зачету оценкой

1. Пористый и барьерный слои в нанопористых пленках TiO_2 .
2. Пористый и барьерный слои в нанопористых пленках Al_2O_3 .
3. Основные этапы анодного окисления металлических пленок.
4. Условия формирования слоев НПОТ анодным окислением Ti в 1%-ном растворе NH_4F в этиленгликоле.
5. Технология изготовления тубулярных слоев нанопористого оксида титана.
6. Матричная технология получения нанопористых пленок благородных металлов.
7. Технология получения нанопористых углеродных материалов каталитическим пиролизом углеводородов.
8. Получение нанопористых материалов в золь-гель процессе.
9. Получение нанопористых халькогенидов CdS , CdTe с помощью матриц из нанопористого оксида кремния.
10. Функционализация нанопористых материалов и ее назначение.

11. Трубчатый нанопористый кремний.
12. Темплатный синтез наноматериалов с участием нанопористых оксидов металлов.
13. Гальваностатический режим анодирования алюминия.
14. Мембранные фильтры и молекулярные сита на основе нанопористого оксида титана.
15. Особенности искривленной поверхности раздела фаз с отрицательной кривизной.
16. Зависимость потенциала металла от продолжительности процесса анодирования при различных плотностях анодного тока.
17. Механизмы образования пор.
18. Оптические свойства нанопористого TiO_2 .
19. Применение метода зондовой микроскопии для исследований нанопористых материалов.
20. Методы определения удельной поверхности нанопористых материалов.
21. Метрологические характеристики нанопористых материалов и их определение.
22. Метрологическое обеспечение изготовления нанопористого Al_2O_3 .
23. Функционализация нанопористых оксидов металлов полимерами и металлами.
24. Применение нанопористых пленок оксида титана в качестве метрологических калибровочных матриц для калибровки кантиллеров.
25. Механизм образования пористого оксида алюминия.
26. Процессы одновременного образования и растворения оксида алюминия в водных растворах серной, щавелевой и ортофосфорной кислот.
27. Получение пористой структуры при анодной поляризации монокристаллического кремния в растворах плавиковой кислоты.
28. Строение пористых плёнок анодированного оксида алюминия.
29. Особенности электрохимического осаждения в нанопористых пленках анодированного оксида алюминия.
30. Физико-химических основ технологий изготовления нанопористых мембран функциональных материалов с заданными размерами пор, формой и конфигурацией упорядочения пор.
31. Пористые оксидные покрытия на алюминий-сплавах.
32. Газофазная и паровая функционализация пористых наноматериалов.
33. Фотоэлементы на основе нанопористых пленок оксида титана.

7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену Не предусмотрено учебным планом

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Зачет проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом.

Максимальное количество набранных баллов – 10.

1. «Не зачтено» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.
2. «Зачтено» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 10 баллов.

Зачет с оценкой для проверки знаний и умений проводится по билетам, каждый из которых содержит 3 вопроса из примерного перечня вопросов и задач для подготовки к зачету и зачету с оценкой.

3. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент ответил неправильно на все вопросы экзаменационного билета.
4. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент ответил правильно только на 1 вопрос экзаменационного билета.
5. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент ответил правильно только на 2 вопроса экзаменационного билета.
6. Оценка «Отлично» ставится, если студент ответил правильно на все 3 вопроса экзаменационного билета.

Проверка навыков проводится по сданным отчетам лабораторных работ. Оценка «Удовлетворительно» ставится, если сданы отчеты по всем лабораторным работам с нарушением графика сдачи и (или) исправлением ошибок., оценка «Хорошо» - если сданы отчеты по всем лабораторным работам с выполнением графика сдачи и без ошибок, оценка «Отлично» - если отчеты сданы в соответствии с графиком и без ошибок., оценка «Неудовлетворительно» - если отчеты по лабораторным работам не сданы, либо сданы частично.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Введение в технологию нанопористых материалов. Получение и свойства нанопористых материалов селективным выщелачиванием	ПВК-3, ПВК-5	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
2	Получение и свойства нанопористых материалов в золь-гель процессе. Получение и свойства нанопористых материалов селективным удалением металлов из карбидов	ПВК-3, ПВК-5	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
3	Получение и свойства нанопористых материалов электрохимическим окислением. Получение и свойства	ПВК-3, ПВК-5	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ,

	нанопористых материалов каталитическим пиролизом углеводородов и полимеров. Получение и свойства нанопористых материалов матричными методами		защита реферата, требования к курсовому проекту....
4	Функциялизация нанопористых материалов	ПВК-3, ПВК-5	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
5	Тубулярные структуры нанопористых материалов	ПВК-3, ПВК-5	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
6	Метрологические характеристики нанопористых материалов и их определение. Применение нанопористых материалов	ПВК-3, ПВК-5	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Раков Э.Г. Неорганические наноматериалы: учебное пособие. – М.:

БИНОМ, 2014. – 477 с.

2. Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. М.: Физматлит, 2005. 270 с.

3. Рыжонков, Д.И. / Д. И. Рыжонков, В. В. Лёвина, Э. Л. Дзидзигури. Наноматериалы : Учеб. пособие - 2-е изд. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2012. - 365 с.

7. Сайт о нанотехнологиях в России <http://www.nanonewsnet.ru/>

8. Российский электронный наножурнал <http://www.nanojournal.ru/>

9. Журнал «Российские нанотехнологии» <http://www.nanorfu.ru/>

10. Учебники, учебные пособия, методические указания в виде электронных версий и презентаций в сети кафедры химии и химической технологии материалов <http://eios.vorstu.ru/>, ЭБС Лайн и др.

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Microsoft Word, Microsoft Excel, Internet Explorer, Сайт о нанотехнологиях в России (<http://www.nanonewsnet.ru/>)

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Для проведения лекционных занятий необходима специализированная лекционная аудитория, оснащенная мультимедийным проектором, наличие в аудитории экрана, доски, ноутбука (ауд. 327/1). Лабораторные занятия в ауд. 303/1, 027/1, 031/1, 023/1.

Атомно-силовой микроскоп «Интегра-Прима»

Мост расходный Р36,

Весы аналитические АДВ-200М,

Омметр цифровой Щ34,

Потенциометр Р363-2, Усилитель ПВ.367.436,

Универсальный источник питания УИП-2,

Вольтметр электронный цифровой ВК2-20,

Весы технические,

Мешалка магнитная ПЭ6600,

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Технология изготовления и метрология нитевидных кристаллов» читаются лекции, проводятся практические занятия и лабораторные работы.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не

нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета ростовых параметров и характеристик нитевидных кристаллов. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: <ul style="list-style-type: none">- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;- выполнение домашних заданий и расчетов;- работа над темами для самостоятельного изучения;- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;- подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начинаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом, зачетом с оценкой три дня эффективнее всего использовать для

	повторения и систематизации материала.
--	--