

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Воронежский государственный технический университет»



УТВЕРЖДАЮ

Декан ФМАТ  В.И. Рязжских

«31» августа 2017 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 2017

Автор программы



/В.А. Небольсин /

Заведующий кафедрой
химии



/В.А. Небольсин/

Руководитель ОПОП



/ В.А. Небольсин /

Воронеж 2017

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 (оксидирования) алюминия.	4	6	2	18	30

	нанопористых материалов каталитическим пиролизом углеводов и полимеров. Получение и свойства нанопористых материалов матричными методами	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 .					
4	Функциялизация нанопористых материалов	Понятие функциялизации и ее назначение. Наиболее распространенные функциональные 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 функциялизированных нанопористых материалов.	4	8	2	18	32
5	Тубулярные структуры нанопористых материалов	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 нанотрубчатого оксида титана. Модели формирования тубулярных слоев нанопористого TiO_2 при электрохимическом окислении Ti . Возможные направления применения тубулярных структур TiO_2 .	4	8	2	18	32

		Трубчатые структуры других материалов. Трубчатый углерод (углеродные нанотрубки). Трубчатый BN. 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».

Компе- тенция	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 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 практически 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 $3,2 \cdot 10^5 \text{ м}^2/\text{кг}$, а плотность углерода $0,47 \cdot 10^3 \text{ мг/м}^3$?

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 см^2 ? Плотность жидкого золота $17 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$.

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 .

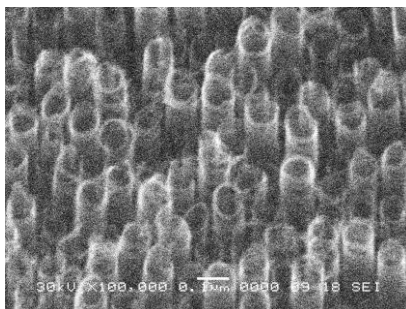
10. Можно ли ленточные кристаллы диоксида олова считать нанопористыми структурами?

- 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

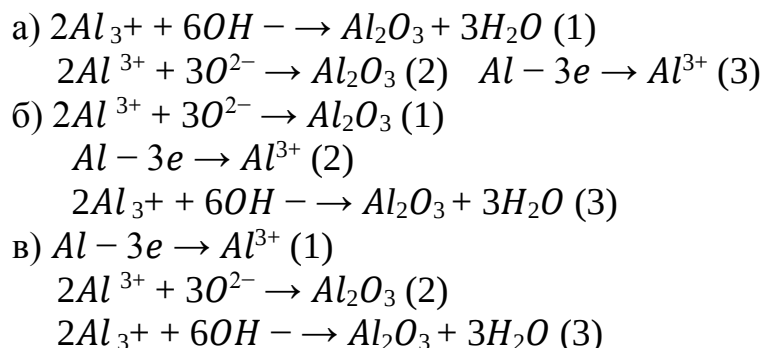
7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

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



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

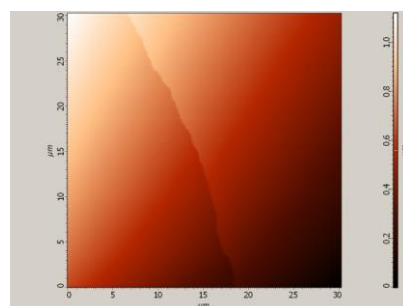
2. Последовательность стадий роста анодной пленки алюминия, приводящая к роста барьерного слоя сводится к следующему:



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



а)



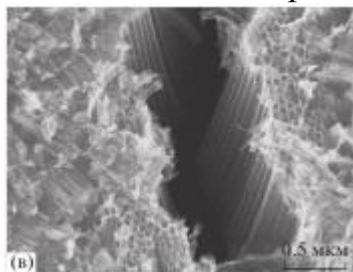
б)

- 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:

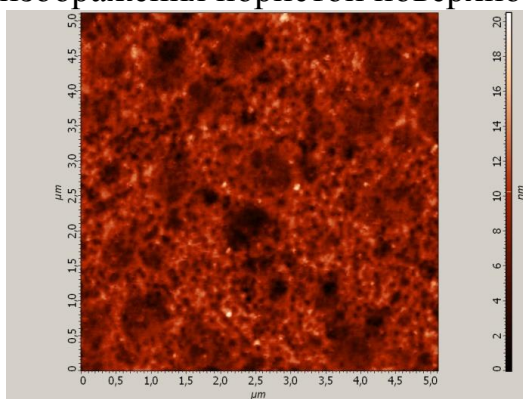
- а) водные растворы HgCl_2 , CuCl_2 : HCl при комнатной температуре
- б) комбинации водных растворов H_3BO_3 с водными растворами нитратов
- в) 5% раствор H_3PO_4 с добавкой 2,5 % Cr_2O_3 при температуре 50 °С.

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 г/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. Функция 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. Функциализация нанопористых оксидов металлов полимерами и металлами.
24. Применение нанопористых пленок оксида титана в качестве метрологических калибровочных матриц для калибровки кантилеверов.
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 алюминийевых 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	Функциализация 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 ЦЗ4,

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: - 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.
--	--