

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

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

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета  В.И. Рязских
«31» августа 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

«Консолидированные наноструктуры, технология и метрология их
изготовления»

Направление подготовки 27.04.01 СТАНДАРТИЗАЦИЯ И МЕТРОЛОГИЯ

Профиль Метрология наноструктур и нанотехнологий

Квалификация выпускника магистр

Нормативный период обучения 2 года

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2018

Автор программы

 / В.А. Юрьев /

Заведующий кафедрой
материаловедения и физики
металлов

 / Д.Г. Жилияков /

Руководитель ОПОП

 / В.А. Небольсин /

Воронеж 2018

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

- формирование представлений об основных технологических процессах, с помощью которых в настоящее время создаются консолидированные наноматериалы; ознакомить с перспективами и проблемами разработок в этой области;
- развитие умений использовать на практике знания о взаимодействии наноматериалов с окружающей средой, электромагнитным и силовыми полями;

1.2. Задачи освоения дисциплины

- ознакомить студентов с историей и логикой развития физики наноматериалов и нанотехнологий;
- сформировать у студентов четкие представления о физических основах наноматериалов;
- обучить практическому владению технологиями синтеза наноматериалов, созданию объемных консолидированных наноструктур

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Консолидированные наноструктуры, технология и метрология их изготовления» относится к дисциплинам вариативной части блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Консолидированные наноструктуры, технология и метрология их изготовления» направлен на формирование следующих компетенций:

ОК-1 - способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу

ПВК-2 - способность собирать, обрабатывать, с использованием современных информационных технологий, необходимые данные для формирования суждений по научным и техническим проблемам

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

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ОК-1	Знать – историю и логику развития физики наноматериалов и нанотехнологий
	Уметь – анализировать результаты испытаний
	Владеть – методами синтеза научной

	информации
ПВК-2	Знать – современные информационные технологии
	Уметь - собирать, обрабатывать, с использованием современных информационных технологий, необходимые данные для формирования суждений по научным и техническим проблемам
	Владеть – конкретными информационными технологиями
ПВК-3	Знать - известные методы, способы для решения новых проблем
	Уметь - использовать известные методы, способы и научные результаты для решения новых проблем
	Владеть - технологиями синтеза наноматериалов и объёмных консолидированных наноматериалов

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Консолидированные наноструктуры, технология и метрология их изготовления» составляет 10 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры	
		2	3
Аудиторные занятия (всего)	72	45	27
В том числе:			
Лекции	18	9	9
Практические занятия (ПЗ)	54	36	18
Самостоятельная работа	216	135	81
Курсовая работа	+		+
Часы на контроль	72	36	36
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+	+
Общая трудоемкость:			
академические часы	360	216	144
зач.ед.	10	6	4

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.	СРС	Всего, час
1	Раздел 1. Классификация наноматериалов . Свойства изолированных наночастиц		6	18	66	90
		Структурные и фазовые превращения Параметры решетки Фононный спектр и теплоемкость	2	8	33	43
		Температура плавления Магнитные свойства Оптические свойства Реакционная способность Механические свойства	4	10	33	47
2	Раздел 2. Методы синтеза нанокристаллических порошков. Методы получения объемных наноматериалов		8	27	69	104
		Методы синтеза нанокристаллических порошков.	2	12	33	47
		Консолидация нанопорошков .Кристаллизация аморфных сплавов Метод интенсивной пластической деформации	6	15	36	57
3	Раздел 3. Физико-механические свойства объемных наноматериалов		4	9	81	94
		Модули упругости	2	4	20	26
		Механические свойства наноматериалов	2	5	61	68
Итого			18	54	216	288

5.2 Перечень лабораторных работ

Не предусмотрено учебным планом

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

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсовой работы в 3 семестре для очной формы обучения.

Примерная тематика курсовой работы: «Порошковая технология изготовления консолидированного наноматериала»

Задачи, решаемые при выполнении курсовой работы:

- описание метода;
- необходимое оборудование
- технология изготовления

Курсовая работа включает в себя графическую часть и расчетно-пояснительную записку.

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
ОК-1	Знать – историю и логику развития физики наноматериалов и нанотехнологий	Контрольная работа	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь – анализировать результаты испытаний	Контрольная работа	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть – методами синтеза научной информации	Контрольная работа	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПВК-2	Знать – современные информационные технологии	Контрольная работа	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь - собирать, обрабатывать, с использованием современных информационных технологий, необходимые данные для формирования суждений по научным и техническим проблемам	Контрольная работа	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть – конкретными информационными технологиями	Контрольная работа	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПВК-3	Знать - известные методы, способы для	Контрольная работа	Выполнение работ в срок, предусмотренный	Невыполнение работ в срок, предусмотренный

	решения новых проблем		й в рабочих программах	й в рабочих программах
	Уметь - использовать известные методы, способы и научные результаты для решения новых проблем	Контрольная работа	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть - технологиями синтеза наноматериалов и объёмных консолидированных наноматериалов	Контрольная работа	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 2, 3 семестре для очной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ОК-1	Знать – историю и логику развития физики наноматериалов и нанотехнологий	Тест	Выполнение теста на 90- 100%	Выполнение теста на 80- 90%	Выполнение теста на 70- 80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь – анализировать результаты испытаний	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 – методами синтеза научной информации	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-2	Знать – современные информационные технологии	Тест	Выполнение теста на 90- 100%	Выполнение теста на 80- 90%	Выполнение теста на 70- 80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь - собирать,	Решение стандартных	Задачи решены в	Продемонстрирован	Продемонстрирован	Задачи не решены

	обрабатывать, с использованием современных информационных технологий, необходимые данные для формирования суждений по научным и техническим проблемам	х практически х задач	полном объеме и получены верные ответы	верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	верный ход решения в большинстве задач	
	Владеть – конкретными информационными технологиями	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-3	Знать - известные методы, способы для решения новых проблем	Тест	Выполнение теста на 90- 100%	Выполнение теста на 80- 90%	Выполнение теста на 70- 80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь - использовать известные методы, способы и научные результаты для решения новых проблем	Решение стандартных практически х 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 - технологиями синтеза наноматериалов и объёмных консолидированных наноматериалов	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 (типичные 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 Наноматериалы – материалы, содержащие структурные элементы размером:

1. От 1 до 10 нм;
2. От 10 до 100 нм

3. От 1 до 5 нм
4. От 10 до 50 нм
2. Наноразмерные объекты (наноразмерные объекты, наносистемы) – объекты (объекты, системы), линейный размер которых хотя бы в одном направлении составляет:
 1. От 1 до 10 нм;
 2. От 1 до 100 нм;
 3. От 10 до 20 нм;
 4. От 10 до 50 нм
3. Нанотехнологии – технологии, позволяющие оперировать элементами размером:
 1. От 1 до 10 нм
 2. От 10 до 100 нм
 3. От 1 до 100 нм
 4. От 10 до 50 нм
4. С уменьшением размера зерен объемная доля границ раздела включая границы зерен и тройные стыки зерен:
 1. Увеличивается
 2. Уменьшается
 3. Не изменяется
5. Для материалов с ГЦК решеткой наименьшая из теоретически возможных частиц состоит из:
 1. 10 атомов;
 2. 11 атомов;
 3. 12 атомов;
 4. 13 атомов
6. Увеличение числа атомов в кластере:
 1. Приводит к быстрому повышению энергии упругой деформации;
 2. Приводит к быстрому понижению энергии упругой деформации;
 3. Не создает энергию упругой деформации
7. Уменьшение размера частицы приводит к:
 1. потере кристаллической структуры
 2. стабилизации кристаллической структуры;
8. Переход в металлах от массивных кристаллов к наночастицам сопровождается:
 1. уменьшением межатомных расстояний;
 2. увеличением межатомных расстояний;
 3. межатомные расстояния не изменяются
9. Наиболее вероятной причиной уменьшения периода решеточных частиц по сравнению с массивным веществом является:
 1. нескомпенсированность межатомных связей атомов поверхности в отличие от атомов, расположенных внутри частицы
 2. возникновение дополнительных связей атомов поверхности в отличие от атомов, расположенных внутри частицы;
 3. изменение типа межатомных связей
10. Основными причинами изменения термодинамических характеристик наночастиц в сравнении с массивным веществом являются:
 1. изменения вида и границ фононного спектра;
 2. изменения вида и границ электронного спектра;
 3. изменения вида и границ экситонного спектра и границ фононного

- спектра;
4. изменения вида и границ магнитного спектра;

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. 10 нм;
 2. 50 нм;
 3. 100 нм;
 4. 150 нм
2. Супрамагнетизмом называют эффект:
1. Понижение полного магнитного момента при повышении температуры
 2. Повышение полного магнитного момента при повышении температуры
 3. Сохранение полного магнитного момента при изменении температуры
3. Кластеры наночастиц немагнитных атомов могут обладать:
1. Полным магнитным моментом;
 2. Частичным магнитным моментом;
 3. Виртуальным магнитным моментом
4. Размерные эффекты оптических свойств существенны для наночастиц, размер которых:
1. Соизмерим с длиной волны;
 2. Меньше длины волны;
 3. Заметно больше длины волны;
 4. Заметно меньше длины волны;
5. Упругие модули:
1. Уменьшаются в области наноразмеров зерен
 2. Увеличиваются в области наноразмеров зерен
 3. Не зависят от размеров зерен
6. Уменьшение размера зерна d приводит к росту твердости H в соответствии с соотношением Холла–Петча:
1. $H = H_0 + kd^{-1}$
 2. $H = H_0 + kd^1$
 3. $H = H_0 - kd^{-1}$
 4. $H = H_0 + kd^1$
7. Фононный спектр наночастиц ограничен со стороны низкочастотных колебаний частотой:
1. $\omega_{min} \sim \frac{c}{2d}$
 2. $\omega_{min} \sim \frac{c}{d}$
 3. $\omega_{min} \sim \frac{2d}{c}$
 4. $\omega_{min} \sim \frac{c^2}{2d}$
- где d – размер частицы, c – скорость звука
8. Суперпарамагнетизмом называют эффект, когда полный магнитный момент при повышении температуры:
1. Понижается;
 2. Повышается
 3. Не изменяется
9. Уменьшение размера полупроводниковых наночастиц сопровождается смещением полосы поглощения в:
1. высокочастотную область;

2. низкочастотную область
10. Каталитическая способность наночастиц:
1. выше, чем у массивного материала;
 2. ниже, чем у массивного материала;

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

- а) увеличивается,
- б) уменьшается,
- в) сохраняется постоянным,
- г) может уменьшаться, может увеличиваться.

2. В каких устройствах имеют высокие перспективы применения нанотубулярные структуры оксида титана?

- а) во вторичных источниках энергии,
- б) в фотопреобразователях,
- в) в ПЗС-матрицах,
- г) в детекторах вирусов.

3. В идеально скомпенсированном Si концентрация электронов равна концентрации дырок. Будет ли при всех температурах удельное сопротивление Si равно собственному удельному сопротивлению?

- а) нет,
- б) это зависит от интервала температур,
- в) да,
- г) да, но только при низких температурах.

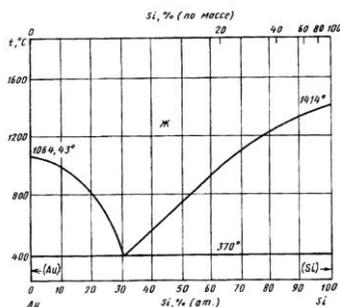
4. В чем состоят физические причины размерных эффектов в наносистемах?

- а) свойства наносистем определяются вкладом объемной свободной энергии,
- б) свойства наносистем определяются вкладом поверхностной свободной энергии,
- в) свойства наносистем определяются вкладом и объемной, и поверхностной свободной энергии

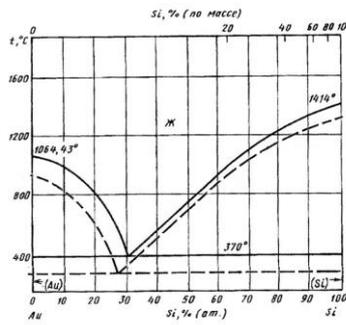
5. Как называется самая высокая энергетическая зона в энергетическом спектре полупроводника:

- а) валентная,
- б) запрещенная,
- в) квантовая,
- г) зона проводимости.

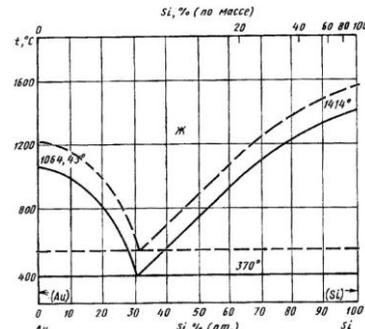
6. На рисунках 1-3 сплошными линиями показана фазовая диаграмма массивного образца двойной системы Au-Si. Как будет происходить смещение линий фазовых равновесий с уменьшением размера наночастицы Au-Si:



1



2



- а) влево и вниз (пунктирные линии 2),
- б) вправо и вверх (пунктирные линии 3),
- в) смещение отсутствует (сплошные линии 1).

7. Какой метод не относится к методам получения углеродных нанотрубок?

- а) лазерной абляции,
- б) электро-дуговой,
- в) каталитического пиролиза углеводородов,
- г) литографический.

8. Фазовые размерные эффекты в наноматериалах объясняются:

- а) вкладом поверхностной энергии,
- б) возрастанием объемной энергии,
- в) и вкладом поверхностной энергии и возрастанием объемной энергии.

9. Искусственная структура, состоящая из совокупности квантовых объектов – квантовых ям, нитей, точек, между которыми возможен перенос носителей заряда, называется:

- а) гетероструктурой,
- б) периодической структурой,
- в) сверхрешеткой,
- г) кристаллической решеткой.

10. Как называется способность наносистемы восстанавливать первоначальную форму и размеры после снятия нагрузки?

- а) упругостью;
- б) пластичностью;
- в) хрупкостью;
- г) твердостью.

11. Дисперсность – это...

- а) количественный параметр, указывающий на степень раздробленности вещества, размер межфазной поверхности;
- б) мера раздробленности вещества;
- в) мелко раздробленное состояние вещества;
- г) физическая величина, характеризующая размер частиц, распределенных в другой фазе.

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

Не предусмотрено учебным планом

7.2.5 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Дайте определение терминам наноматериалы, нанотехнологии и наноиндустрия.
2. Приведите примеры методов получения наноматериалов.
3. Приведите примеры методов получения нанопорошков.
4. Чем характеризуется дисперсность материала?
5. Дайте определение удельной поверхности порошка.
6. Каков размер частиц нанопорошков?
7. Назовите методы интенсивной пластической деформации.
8. Зависят ли упругие модули материала от размера зерна?
9. В чем преимущество и недостатки получения нанопорошков методом испарения и конденсации?

10. Назовите методы консолидации нанопорошков.
11. Какие методы прессования порошков Вы знаете?
12. В чем преимущество методами гидростатического прессования по сравнению с методом одноосного прессования?
13. Почему для спекания нанопорошков применяют метод микроволнового нагрева?
14. Почему применяют методы спекания под давлением?
15. Каким образом из аморфных сплавов получают наноматериалы?
16. Каким законом описывается зависимость твердости или прочности от размера зерна?
17. Влияет ли пористость на свойства материалов?

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Экзамен 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. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 4 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 4 до 6 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 8 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 8 до 10 баллов.)

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Раздел 1. Классификация наноматериалов . Свойства изолированных наночастиц	ОК-1, ПВК-2, ПВК -3	Контрольная работа
2	Раздел 2. Методы синтеза нанокристаллических порошков. Методы получения объемных наноматериалов ..	ОК-1, ПВК-2, ПВК -3	Контрольная работа
3	Раздел 3. Физико-механические свойства объемных наноматериалов	ОК-1, ПВК-2, ПВК -3	Контрольная работа

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.

Защита курсовой работы, курсового проекта или отчета по всем видам практик осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Марголин В.И., Жабереv В.А., Лукьянов Г.Н., Тупик В.А., введение в нанотехнологию Из-во: «Лань», 2012, 416с.
2. Старостин В.В., Материалы и методы нанотехнологий, из-во: «Бином. Лаборатория знаний», 2008, 431с.
3. Рыжонков Д.И., Лёвина В.В., Дзидзигури Э.Л., Наноматериалы, Из-во: «Бином. Лаборатория знаний», 2012, 365с.

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:

В рамках изучения дисциплины предусмотрены следующие образовательные

технологии:

Информационные лекции

Практические занятия
Интерактивные формы обучения
Самостоятельная работа
Консультации

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

1. Оборудование синтеза тонких пленок
2. Электронная и оптическая микроскопия
3. Оборудование для выращивания нитевидных кристаллов
4. Оборудование для синтеза углеродных нанотрубок
5. Персональные компьютеры.

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

По дисциплине «Консолидированные наноструктуры, технология и метрология их изготовления» читаются лекции, проводятся практические занятия, выполняется курсовая работа.

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 анализа технологии создания консолидированных наноструктур. Занятия проводятся путем семинарских занятий в аудитории.

Методика выполнения курсовой работы изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсовой работы должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсовой работы, защитой курсовой работы.

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	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с

занятие	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.
Самостоятельная работа	<p>Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие:</p> <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	<p>Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед экзаменом, экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.</p>