

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ВВЕДЕНИЕ В НАНОИНЖЕНЕРИЮ

Методические указания к выполнению практических работ

Направление подготовки 28.03.02 Наноинженерия
Направленность (профиль)
«Нанотехнологии и наноматериалы»

Ставрополь, 2026

СОДЕРЖАНИЕ

Введение

Практическое занятие №1. Свободная манипуляция атомами и молекулами.

История возникновения нанотехнологии

Практическое занятие №2. Создание объектов по принципу «сверху-вниз» и «снизу-вверх»

Практическое занятие №3. Электронные микроскопы

Практическое занятие №4. Инструменты для создания наноструктур.

Наноскопическая литография

Практическое занятие №5. Сложные нульмерные структуры: фуллерены.

Практическое занятие №6. Рост одномерных наноструктур. Механизм роста нанотрубок

Практическое занятие №7. Примеры практического применения нанотехнологий

Практическое занятие №8. Наноскопическое выращивание кристаллов

Практическое занятие №9. Полупроводниковые соединения типа A₃B₅,
Сверхпроводники

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность учебной дисциплины «Введение в наноинженерию» обусловлена необходимостью формирования у будущих бакалавров профессиональных компетенций, практических умений на которых базируется профессиональная деятельность в области нанотехнологий. В современных условиях важнейшим элементом подготовки бакалавров в области нанотехнологий является формирование у них самостоятельности и культуры научного мышления, способности вести научную и профессиональную деятельность, навыков постановки целей, задач при решении проблемных ситуаций.

Целью практических занятий является формирование компетенций бакалавра по направлению 28.03.02 Наноинженерия, связанных со способностью проводить научные исследования в области нанотехнологий с помощью информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта.

Основные задачи дисциплины: основное внимание в данной дисциплине уделяется изучению и пониманию основных задач, стоящих перед современными нанотехнологиями, ближайшим и более отдаленным перспективам их развития. Курс включает знакомство с основными принципами и методами исследования структур на наномасштабе, способами получения наночастиц и наноматериалов, их применению в материаловедении, электронике, а также биологии. В результате изучения дисциплины у обучающихся формируются компетенции (в соответствии с образовательным стандартом):

ИД-1_{ОПК-2} Проводит технико-экономическое обоснование и экономическую оценку проектных решений и инженерных задач.

ИД-2_{ОПК-2} Рассчитывает длительность выполнения технологических операций с использованием нормативных справочников.

ИД-3_{ОПК-2} Анализирует и оценивает затраты предприятия (проекта) с учетом инженерных рисков.

ИД-4_{ОПК-2} Использует исторический подход, категории исторического познания для анализа процессов, фактов и явлений в прошлом и настоящем.

ИД-5_{ОПК-2} Проводит экологическую оценку проектных решений и инженерных задач.

ИД-1_{ОПК-6} Использует техническую и справочную литературу, нормативные документы при выполнении исследовательской работы в области технологии и методов диагностики наноматериалов и изделий из них.

ИД-1_{ОПК-6} Составляет отчеты по экспериментальным и теоретическим исследованиям, практической деятельности в соответствии с устанавливаемыми требованиями

ИД-1_{ОПК-7} Использует нормативную и технологическую документацию для проектирования и сопровождения производства технических объектов, систем и процессов в области нанотехнологий

Цель данного практикума – ознакомить с манипуляция атомами и молекулами, история возникновения нанотехнологий, создание объектов по принципу «сверху-вниз» и «снизу-вверх», электронные микроскопы, инструменты для создания наноструктур, наноскопическая литография, сложные нульмерные структуры: фуллерены, рост одномерных наноструктур, механизм роста, нанотрубок, примеры практического применения нанотехнологий, наноскопическое выращивание кристаллов, полупроводниковые соединения типа Al_2O_3 , сверхпроводники. Занятия проводятся в форме семинара.

Практическое занятие №1
Свободная манипуляция атомами и молекулами. История
возникновения нанотехнологии

Цель работы: изучить свободную манипуляцию атомами и молекулами, историю возникновения нанотехнологии

Темы семинара:

Направление нанотехнологий

Возможности манипуляции атомами и молекулами Общие представления о нанообъектах и нанотехнологиях Физико-химические процессы получения наноматериалов Физико-химические методы получения полупроводниковых кристаллических материалов

Естественные границы развития современной микроэлектроники

Методы получения наночастиц

Наноиндустрия основные направления развития Технология материалов и технологические свойства Полиморфизм

Контрольные вопросы:

1. Перечислите Основные понятия нанотехнологии?
2. Что такое «Функциональные материалы»?

Практическое занятие №2 Создание объектов по принципу «сверху-вниз» и «снизу-вверх»

Цель работы: изучить создание объектов по принципу «сверху-вниз» и «снизу-вверх»

Темы семинара:

Создание объектов по принципу «сверху-вниз» и «снизу-вверх»
Получение упорядоченных структур наночастиц

Механические свойства материалов

Диффузионные явления в технологических процессах

Наноиндустрия основные направления развития

Контрольные вопросы:

1. Дайте определение принципа «сверху-вниз» и «снизу-вверх»?
2. Назовите физико-химические процессы получения наноматериалов?

Практическое занятие №3. Электронные микроскопы

Цель работы: изучить электронные микроскопы

Темы семинара:

Просвечивающая электронная микроскопия Растровая электронная микроскопия Сканирующая зондовая микроскопия

Электронная микроскопия основные методы исследования, принципы работы

Технологическое оборудование для исследования поверхности твердых тел и создания наноструктур

Основы сканирующей туннельной микроскопии

Устройство и принцип действия атомно-силового микроскопа

Основы ближнепольной оптической микроскопии. Типы ближнепольных оптических микроскопов.

Методы определения кинетических параметров полупроводников: подвижность, диффузионная длина, время жизни носителей

Контрольные вопросы:

1. Какие принципы заложены в работу электронных микроскопов?
2. Какие ограничения существуют для атомно-силового микроскопа?

Практическое занятие №4. Инструменты для создания наноструктур. Наноскопическая литография

Цель работы: изучить инструменты для создания наноструктур. наноскопическая литография

Темы семинара:

Ионно-лучевая технология Плазменная технология Золь-гель технологии

Получение гибридных нанокмползтов золь-гель методом

Молекулярно-лучевая эпикасия

Технология производства интегральных схем Классификация вакуума.
Методы получения вакуума Виды и типы вакуумных насосов – классификация

«Чистые комнаты» для нанотехнологии

Нанопечатная литография

Контрольные вопросы:

1. Что такое эпикасия?
2. Что такое литография?

Практическое занятие №5. Сложные нульмерные структуры:фуллерены

Цель работы: изучить сложные нульмерные структуры:фуллерены

Темы семинара:

Механизмы образования молекул фуллерена Фуллерены и фуллереноподобные структуры Синтез фуллеренов

Получение металл-фуллереновых плёнок в вакууме Электрохимическое осаждение металл-фуллереновых плёнок Получение полимер-фуллереновых материалов

Получение эндофуллеренов

Перспективы применения фуллеренсодержащих материалов

Самоорганизованные коллоидные структуры

Контрольные вопросы:

1. Назовите основные виды фуллеренов?
2. Где применяются фуллерены?

Практическое занятие №6. Рост одномерных наноструктур.

Цель работы: изучить рост одномерных наноструктур

Темы семинара:

Механизм роста нанотрубок

Формирование одномерных наноструктур Методы дугового разряда и лазерной абляции Метод химического осаждения паров (CVD) Материалы одномерных наноструктур Структура нанотрубок

Электронные свойства нанотрубок

Механические свойства нанотрубок

Формирование полупроводниковых и металлических нановолокон и спиралей

Графен. Создание графена

Контрольные вопросы:

1. Что такое «лазерная абляция»?
2. Где применяется углерод?

Практическое занятие №7. Примеры практического применения нанотехнологий

Цель работы: изучить практическое применение нанотехнологий

Темы семинара:

Квантовые ямы, проволоки и точки

Оптические свойства квантовых точек (0D -системы) Металлические нанокластеры в оптических стеклах Лазеры на квантовых точках

Полупроводниковые наноструктуры и наноустройства

Металлополимерные пленки Ленгмюра-Блоджетт-самоорганизованные гибридные нанокомпозиты

Интеркаляция полимеров в пористые и слоистые наноструктуры

Оптические и полупроводниковые свойства гибридных нанокомпозитов

Электрофизические свойства тонких металлических пленок

Сверхпроводящие металлы и сплавы

Жидкие кристаллы

Светодиоды

Активные диэлектрики

Электроизоляционные материалы

Контрольные вопросы:

1. Применение квантовых точек.
2. Опишите процесс создания металлических пленок?

Практическое занятие №8. Наноскопическое выращивание кристаллов

Цель работы: изучить наноскопическое выращивание кристаллов

Темы семинара:

Методы выращивания кристаллов. Типы кристаллических решеток.

Дефекты кристаллического строения.

Магнитные материалы

Диэлектрики

Классификация проводниковых материалов по функциональному назначению

Полимеризация

Контрольные вопросы:

1. Где применяют диэлектрические материалы?
2. Перечислите виды дефектов кристаллической решетки?

Практическое занятие №9. Полупроводниковые соединения типа A3B5, Сверхпроводники

Цель работы: изучить полупроводниковые соединения типа A3B5, сверхпроводники

Тема семинара:

Получение монокристаллов и эпитаксиальных пленок полупроводниковых соединений A3B5

Арсенид галлия GaAs, фосфид галлия GaP, антимонид индия InSb, арсенид индия InAs, антимонид галлия GaSb

Твердые растворы на основе соединений A3B5

Периодические квантовые твердотельные наноструктуры и сверхрешетки

Неравновесные носители заряда и механизмы рекомбинации
Оптические и фотоэлектрические явления в полупроводниках
Термоэлектрические явления и эффект Холла в полупроводниках
Собственные и примесные полупроводники. Основные и неосновные носители заряда

Наноструктурированные материалы

Физические основы рентгенографии, электронографии, нейтронографии.
Методы рентгеноструктурного анализа

Основы рентгеновского энергодисперсионного микроанализа

Оже-спектроскопия. Устройство и принцип действия Оже-микроскопа

Вторичная ионная масс-спектроскопия. Устройство и принцип действия вторичного ионного масс-спектрометра

Классификация методов выявления квантово-размерных эффектов

Электронный парамагнитный резонанс (ЭПР) Ядерный магнитный резонанс (ЯМР)

Контрольные вопросы:

1. Где применяется арсенид галлия?
2. Что такое эпитаксиальная пенка?

К выполнению семинара предъявляются следующие требования:

индивидуальное задание должно быть выполнено самостоятельно, как собственное рассуждение автора на основе информации, полученной из различных источников;

содержание индивидуального задания должно быть изложено от имени автора;

цель и задачи доклада должны быть четкими и отображать суть исследуемой проблемы;

содержимое индивидуального задания должно соответствовать теме задания и отображать состояния проблемы, степень раскрытия сути проблемы в работе должна быть приемлемой;

при разработке индивидуального задания должны быть использованы не менее 7 различных источников;

работа должна содержать обобщенные выводы и рекомендации. Структура доклада должна содержать:

Титульный лист (титульный лист является первой страницей реферата или контрольной работы);

Содержание (содержание включает: введение; наименования всех разделов, подразделов, пунктов и подпунктов основной части задания; выводы; список источников информации);

Введение (во введении кратко формулируется проблема, указывается цель и задачи реферата или контрольной работы);

Основная часть (состоит из нескольких разделов, в которых излагается суть реферата или контрольной работы);

Выводы или Заключение (в выводах приводят оценку полученных результатов работы, предлагаются рекомендации);

Список источников информации (содержит перечень источников, на которые ссылаются в основной части реферата или контрольной работы).

К оформлению презентация-доклад предъявляются следующие требования:

презентацию-доклад оформляют на листах формата А4 (210х297), текст печатается на одной стороне листа через полтора интервала;

параметры шрифта: гарнитура шрифта - Times New Roman, начертание - обычный, кегль шрифта - 14 пунктов, цвет текста – авто (черный);

параметры абзаца: выравнивание текста – по ширине страницы, отступ первой строки -12,5 мм, межстрочный интервал - Полуторный;

поля страницы для титульного листа: верхнее и нижнее поля – 20 мм;

правое и левое поля – 15 мм;

поля всех остальных страниц: верхнее и нижнее поля – 20 мм, размер левого поля 30 мм, правого – 15 мм;

на титульном листе указывается название образовательного учреждения, тема реферата, название учебного курса, номер группы, форма и курс обучения, Ф.И.О. автора, Ф.И.О. научного руководителя (проверяющего), место и год выполнения работы;

каждую структурную часть необходимо начинать с нового раздела со следующей страницы (Вставка/Разрыв/Новый раздел, со следующей страницы);

страницы нумеруют арабскими цифрами, соблюдая сквозную нумерацию по всему тексту. Порядковый номер ставят вверху страницы, справа;

нумерация страниц начинается с титульного листа, но на титульном листе и на странице «Содержание» номер страницы не указывается, нумерация указывается с цифры 3 (с третьей страницы);

текст основной части индивидуальных заданий разбивают на разделы, подразделы, пункты и подпункты;

разделы, подразделы, пункты, подпункты нумеруют арабскими цифрами;

разделы должны иметь порядковую нумерацию в пределах излагаемого материала и обозначаться арабскими цифрами, в конце номера раздела точку не ставят (например, 1);

подразделы нумеруют в пределах каждого раздела. Номер подраздела состоит из номера раздела и порядкового номера подраздела, разделенных точкой. В конце номера подраздела точку не ставят, например: «1.1»;

пункты нумеруют в пределах каждого подраздела. Номер пункта

состоит из порядкового номера раздела, подраздела, пункта, между цифрами и в конце номера точку не ставят, например: «1.1.2»;

подпункты нумеруют в пределах каждого пункта и в конце номера точку не ставят (например, 1.1.2.1);

заголовки (заголовки 1 уровня) каждой структурной части индивидуального задания (например, содержание, введение и т.д.) и заголовки разделов основной части следует располагать в середине строки и печатать прописными буквами без подчеркивания и без точки в конце;

заголовки подразделов, пунктов и подпунктов следует начинать с абзацного отступа и печатать строчными буквами, кроме первой. Точка в конце заголовка не ставится

иллюстрации (рисунки, схемы, графики) и таблицы, которые размещаются на отдельных страницах, включают в общую нумерацию страниц;

иллюстрации необходимо помещать непосредственно после первого упоминания о них в тексте или на следующей странице;

графические материалы рекомендуется сохранять в форматах: .bmp, dib, .tif, .gif;

таблица располагается непосредственно после текста, в котором она упоминается в первый раз или на следующей странице;

таблицы нумеруют арабскими цифрами по порядку в пределах раздела;

примечания помещают в тексте при необходимости пояснения содержания текста, таблицы или иллюстрации;

пояснения к отдельным данным, приведенным в тексте или таблицах, допускается оформлять сносками;

формулы и уравнения располагают непосредственно после их упоминания в тексте, посередине страницы;

в индивидуальном задании могут быть указаны ссылки на используемую литературу;

ссылки на источники следует указывать в квадратных скобках, например: [1 – 3], где 1 - 3 порядковый номер источников, указанных в списке источников информации;

список источников информации можно размещать в порядке появления источника в тексте, в алфавитном порядке фамилий авторов или заголовков и в хронологическом порядке.

Требования к оформлению презентаций в PowerPoint.

1. Шрифт – TNR, минимальный размер текста – 18 пт.
2. Не должно быть черных надписей на сиреневом фоне (или других подобных сочетаний). Текст должен хорошо читаться.
3. Необходимо использовать максимальное пространство экрана (слайда), например, растянув рисунки.
4. По возможности используйте верхние $\frac{3}{4}$ площади экрана (слайда), т.к. с последних рядов нижняя часть экрана обычно не видна.
5. Первый слайд презентации должен содержать тему проекта, ФИО исполнителя, группу, сведения о руководителе.
6. Каждый слайд должен содержать заголовок. В конце заголовков точка не ставится.
7. Перед использованием скриншотов проверьте текст на наличие ошибок, чтобы на изображении не остались красные (зеленые) подчеркивания ошибок.
8. При использовании скриншотов лишние элементы (панели инструментов, меню, пустой фон и т.д.) необходимо обрезать.
9. Не перегружайте слайды анимационными эффектами. Для смены слайдов используйте один и тот же анимационный эффект.
10. Если слайд содержит единицы измерения в m^2 или m^3 , нужно использовать верхние индексы (Формат – Шрифт – надстрочный).
11. Вместо слов «генеральный план» должно быть написано «схема генерального плана».
12. Использование формул. Можно оставить общую форму записи и/или результат, а отображать всю цепочку решения не надо.

13. Наименование программ, в которых были сделаны расчеты, графика и т.д. должны быть указаны в именительном падеже (не «рисунок в Allplane», а «рисунок в Allplan»).

14. Необходимо проверять правильность написания названий улиц, фамилий авторов методик и т.д.

15. По-возможности, нужно уменьшать разрядность чисел. Вместо 40000 руб. лучше писать 40 тыс.руб.

16. На заключительный слайд нужно вынести самое основное, главное, что было в презентации.

Обучающийся имеет право на доработку доклада и исправление замечаний руководителя, сделанных до защиты.

До защиты доклада и после обучающийся обязан сохранять его черновики.

Средний объём доклада: 15-20 страниц, презентации 5-7 слайдов

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

1. Головин, Ю. И. Введение в нанотехнику / Ю. И. Головин. – М. : Машиностроение, 2007. – 496 с. : ил. – Библиогр. в конце глав. – ISBN 978-5-217-03378-2

2. Брусенцов Ю.А., Минаев А.М., Филатов И.С. Материалы твёрдотельной микро - и нанoeлектроники Учебное пособие. – Тамбов, Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2012. – 80 с.

3. Вьюрков В.В., Гридчин В.А., Драгунов В.П. Нанoeлектроника. Часть 1. Введение в нанoeлектронику Москва, МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2009. – 712 с.

4. Гаврилов С.А., Белов А.Н. Низкотемпературные процессы в технологии нанoeлектроники и наносистем Учебно-методическое пособие для самостоятельной работы студентов. - М.: МИЭТ, 2011, 56 с.

5. Данилина Т.И., Кагадей В.А., Анищенко Е.В. Технология кремниевой нанoeлектроники Учебное пособие. Томск, В-Спектр, 2011, 263 с.

6. Кобаяси, Н. Введение в нанотехнологию / Н. Кобаяси ; пер. с яп. А. В. Хачояна ; под ред. Л. Н. Патрикеева. – М. : БИНОМ. Лаб. знаний, 2008. – 134 [2] с. : ил. – (нанотехнология). – ISBN 4-492-09151-3(яп.). – ISBN 978-5-94774-841-3(рус.)
7. Нанотехнология в электронике. Введение в специальность. Учебное пособие Лозовский В.Н., Константинова Г.С., Лозовский С.В." Издательство: «Лань» – 2008, 2-е, испр – 336 стр. <http://e.lanbook.com/view/book/232/>
8. Верещагина, Я. А.
Инновационные технологии : введение в нанотехнологии : учебное пособие / Я.А. Верещагина ; Федеральное агенство по образованию ; Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Казанский государственный технологический университет". - Казань : КГТУ, 2009. - 115 с. : ил., табл., схем. - <http://biblioclub.ru/>. - Библ. в кн. - ISBN 978-5-7882-0778-0
9. Нанонаука и нанотехнологии. Энциклопедия систем жизнеобеспечения / ред. Е.Е. Демидова ; Моск. гос. ин-т радиотехники, электроники и автоматики. - М. : МАГИСТР-ПРЕСС, 2009. - 992 с. : ил. - ISBN 978-5-89317-224-9
10. <http://catalog.ncfu.ru/catalog/> – Научная библиотека СКФУ
11. <http://lib.muctr.ru> – сайт Информационно-библиотечного центра Российского химико-технологического университета им. Д. И. Менделеева
12. <http://library.spbu.ru> – сайт научной библиотеки им. М. Горького Санкт-Петербургского государственного университета
13. <http://www.chem.msu.su> – сайт библиотеки химического факультета Московского государственного университета

7. Нанотехнология в электронике. Введение в специальность. Учебное пособие Лозовский В.Н., Константинова Г.С., Лозовский С.В." Издательство: «Лань» – 2008, 2-е, испр – 336 стр. <http://e.lanbook.com/view/book/232/>

8. Верещагина, Я. А.
Иновационные технологии : введение в нанотехнологии : учебное пособие / Я.А. Верещагина ; Федеральное агенство по образованию ; Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Казанский государственный технологический университет". - Казань : КГТУ, 2009. - 115 с. : ил., табл., схем. - <http://biblioclub.ru/>. - Библ. в кн. - ISBN 978-5-7882-0778-0

9. Нанонаука и нанотехнологии. Энциклопедия систем жизнеобеспечения / ред. Е.Е. Демидова ; Моск. гос. ин-т радиотехники, электроники и автоматики. - М. : МАГИСТР-ПРЕСС, 2009. - 992 с. : ил. - ISBN 978-5-89317-224-9

10. <http://catalog.ncfu.ru/catalog/> – Научная библиотека СКФУ

11. <http://lib.muctr.ru> – сайт Информационно-библиотечного центра
Российского химико-технологического университета им. Д. И. Менделеева

12. <http://library.spbu.ru> – сайт научной библиотеки им. М. Горького Санкт-Петербургского государственного университета

13. <http://www.chem.msu.su> – сайт библиотеки химического факультета
Московского государственного университета

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ВВЕДЕНИЕ В НАНОИНЖЕНЕРИЮ

**Методические указания для обучающихся по организации и проведению
самостоятельной работы**

Направление подготовки 28.03.02 Наноинженерия
Направленность (профиль)
«Нанотехнологии и наноматериалы»

Ставрополь, 2026

ВВЕДЕНИЕ

Методические указания составлены с учетом требований стандарта, в соответствии с рабочими учебными планами, рабочими программами дисциплины «Введение в нанотехнологии» для студентов направления подготовки 28.03.02 «Нанотехнологии».

Методические указания содержат цели и задачи освоения дисциплины, компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины, виды и содержание самостоятельной работы студента, тематическое содержание дисциплины, методические указания по изучению дисциплины.

В методических указаниях содержатся рекомендации к выполнению заданий.

1. Цель и задачи освоения дисциплины

Целью изучения дисциплины «Введение в наноинженерию» является приобретение студентами общекультурных и общепрофессиональных компетенций в области нанотехнологий.

Основное внимание в данной дисциплине уделяется изучению и пониманию основных задач, стоящих перед современными нанотехнологиями, ближайшим и более отдаленным перспективам их развития. Курс включает знакомство с основными принципами и методами исследования структур на наномасштабе, способами получения наночастиц и наноматериалов, их применению в материаловедении, электронике, а также биологии.

2. Дисциплина «Введение в наноинженерию» входит в основную часть блока дисциплин изучается 1 семестре.

3. Самостоятельная работа охватывает все темы дисциплины. Распределение самостоятельной работы по разделам представлено в таблице.

Виды и содержание самостоятельной работы студента; формы контроля.

На первом этапе необходимо ознакомиться с рабочей программой дисциплины, в которой рассмотрено содержание тем дисциплины лекционного курса, взаимосвязь тем лекций с практическими, темы и виды самостоятельной работы. По каждому виду самостоятельной работы предусмотрены определённые формы отчетности.

Технологическая карта самостоятельной работы студента

Коды реализуемых компетенций, индикатора(ов)	Вид деятельности студентов	Средства и технологии оценки	Объем часов, в том числе		
			СРС	Контактная работа с преподавателям	Всего
1 семестр					
ИД-1 ОПК-2 ИД-2 ОПК-2 ИД-3 ОПК-2	Подготовка к практической работе	Доклад презентация	8,00	1,00	9,00

ИД-4 ОПК-2 ИД-5 ОПК-2 ИД-1 ОПК-6 ИД-2 ОПК-6 ИД-1 ОПК-7					
ИД-1 ОПК-2 ИД-2 ОПК-2 ИД-3 ОПК-2 ИД-4 ОПК-2 ИД-5 ОПК-2 ИД-1 ОПК-6 ИД-2 ОПК-6 ИД-1 ОПК-7	Самостоятельное изучение литературы	Конспект	26,00	1,00	27,00
ИД-1 ОПК-2 ИД-2 ОПК-2 ИД-3 ОПК-2 ИД-4 ОПК-2 ИД-5 ОПК-2 ИД-1 ОПК-6 ИД-2 ОПК-6 ИД-1 ОПК-7	Подготовка к экзамену	Оценивание экзамена	48,00	6,00	54,00
Итого за <u>1</u> семестр			82,00	8,00	90,00
Итого			82,00	8,00	90,00

В структуры самостоятельной работы студентов входит:

1) Подготовка к лекционным занятиям: изучение теоретического материала, выявление основных законов, уравнений и соотношений, используемых при получении основных законов по указанной теме;

2) Подготовка к практическим занятиям: изучение теоретического материала, выявление основных законов, уравнений и соотношений, используемых при решении задач по указанной теме; решение разноуровневых задач по теме, входящих в обязательное домашнее задание.

3) Самостоятельное изучение тем: изучение теоретического материала, подготовка письменного обзора по темам, выносимым на самостоятельное изучение.

Подготовленный обзор студенты предоставляют в виде сообщения на обсуждение, проводимого в рамках изучения дисциплины;

4) Подготовка к экзаменам: изучение теоретического материала по полному курсу изучаемой дисциплины, подготовка по вопросам, выносимым на экзамен.

Подготовка к лекциям

Подготовка к лекционным занятиям включает в себя прежде всего работу с теоретическим материалом. Студент должен прийти на лекцию по данной

теме, усвоив материал предыдущей, так как внутренняя структура дисциплины

«Введение в наноинженерию» базируется на взаимосвязи понятий и явлений. Также после лекции по теме студент должен дополнить свой собственный конспект лекции, используя источники литературы, рекомендованные преподавателем. После проработки материала, его дополнения и осмысления, необходимо провести самопроверку. Ниже приведены вопросы для самопроверки по всему курсу дисциплины «Введение специальность».

1 Основные понятия нанотехнологии Нанотехнология как наука. Основные этапы развития электронике. Основные развития этапы развития естественной и искусственной природы.

2 Функциональные материалы. Систематика функциональных материалов. Принципы получения и дизайна материалов. Типы материалов. Физические свойства и диагностика материалов. Практические применения материалов.

3 Классификация твердофазных функциональных неорганических материалов Классификация материалов по составу. Классификация материалов по структурному признаку. Классификация материалов по свойствам и функциям.

4 Методы синтеза наноматериалов и их классификация Классификация методов синтеза порошков исходя из условий проведения синтеза. Классификация методов синтеза по способу гомогенизации реагентов. Керамический метод синтеза. Самораспространяющийся высокотемпературный синтез. Синтез с использованием микроволнового нагрева. Синтез с использованием ударного сжатия при взрыве. Синтезы с использованием химических методов гомогенизации исходной смеси. Модифицированный метод осаждения Золь-гель метод. Распылительная сушка.

5 Процессы смешивания, измельчения, сушки, брикетирования. Смешивание компонентов. Процессы измельчения. Шаровая барабанная мельница. Вибрационные шаровые мельницы.

6 Нанотрубки. Свойства нанотрубок. Способы получения углеродных нанотрубок. Механизм образования нанотрубок. Применение нанотрубок.

Подготовка к практическим занятиям

Подготовка к практическим занятиям предполагает обязательное изучение теоретического материала по конспекту лекций и литературным источникам, рекомендованным преподавателем. На практическое занятие по данной теме подготавливается доклад и вопросы для обсуждения.

Ниже приведен перечень семинара для обсуждения на практических занятиях по дисциплине «Введение в наноинженерию».

1 Основные понятия нанотехнологии. Основные этапы развития электроники. Основные этапы развития естественной и искусственной природы.

2 Функциональные материалы. Принципы получения и дизайна материалов. Типы материалов. Физические свойства и диагностика материалов. Практические применения материалов.

3 Методы синтеза наноматериалов и их классификация. Классификация методов синтеза порошков исходя из условий проведения синтеза. Классификация методов синтеза по способу гомогенизации реагентов. Керамический метод синтеза. Самораспространяющийся высокотемпературный синтез. Синтез с использованием микроволнового нагрева. Синтез с использованием ударного сжатия при взрыве. Синтезы с использованием химических методов гомогенизации исходной смеси. Модифицированный метод осаждения Золь-гель метод. Распылительная сушка.

4 Процессы смешивания, измельчения, сушки, брикетирования. Смешивание компонентов. Процессы измельчения. Шаровая барабанная мельница. Вибрационные шаровые мельницы. Жидкие кристаллы. Оптически прозрачная керамика.

Подготовка к семинару

Реферат – это один из самых сложных видов самостоятельной работы с книгой, а для этого следует овладеть более простыми приемами работы – разработкой плана, составлением тезисов и конспектов. Подготовка реферата и выступление с его изложением углубляет знания, расширяет кругозор, приучает логически, творчески мыслить, развивать культуру речи.

При просмотре литературы намечается ориентировочный план реферата, в который включается обычно 3-4 основных вопроса или раздела. Каждом из разделов формулируются подвопросы, помогающие последовательно раскрыть содержание проблемы. В процессе изучения материала формулировки подвопросов и разделов обычно уточняются. При реферировании следует делать выписки, записывать мысли, возникающие при чтении; следует также точно записывать и определения тех понятий, которые будут использованы в реферате. Из прочитанной литературы нужно заимствовать не буквальный текст, а важнейшие мысли, идеи, теоретические положения; можно цитировать небольшие отрывки, приводить диаграммы, схемы, чертежи, но главное – высказывать собственные соображения по вопросам реферата. Приведенные выше советы следует рассматривать как примерные, предполагающие и другие подходы, поскольку у каждого человека вырабатываются свои приемы и навыки составления рефератов. Большую помощь в работе над рефератом оказывают предисловия к монографиям и сборникам. В них можно найти сведения о цели издания, а также о существующих пробелах в исследовании.

При разработке плана реферата важно учитывать, чтобы каждый его пункт раскрывал одну из сторон избранной темы, а все пункты в совокупности охватывали тему целиком. Различают несколько композиционных решений реферата: во-первых, хронологическое, когда тема раскрывается в исторической последовательности; во-вторых, описательное, при котором тема расчленяется на составные части, в целом раскрывающие определенное явление; в-третьих, аналитическое, когда тема исследуется в ее причинно-

следственных связях и взаимозависимых проблемах. Важно следить за тем, чтобы каждый пункт плана был соотнесен с главной темой и не содержал повторения в других пунктах. Важными разделами реферата является вступление и заключение. Во вступлении надо обосновать актуальность темы, обозначить круг составляющих ее проблем, четко и кратко определить задачу своей работы. В заключении делаются краткие выводы, подводятся итоги. В конце реферата должен быть приложен список литературы.

Список литературы

Основная литература:

1. Галочкин В.А Введение в нанотехнологии и наноэлектронику [Электронный ресурс] : конспект лекций / В.А Галочкин. — Электрон. текстовые данные. — Самара: Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2013. — 364 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/71825.html>

2. Основы нанобиотехнологии. Фундаментальные основы нанобиотехнологий : учебное пособие / Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Северо-Кавказский федеральный университет» ; авт.-сост. Е.В. Будкевич, Р.О. Будкевич. - Ставрополь : СКФУ, 2016. - 160 с. : ил. - Библиогр.: с. 153-155. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=459189>

Дополнительная литература

1. Кобаяси, Н. Введение в нанотехнологию / Н. Кобаяси ; пер. с яп. А. В. Хачояна ; под ред. Л. Н. Патрикеева. — М. : БИНОМ. Лаб. знаний, 2008. — 134 [2] с. : ил. — (нанотехнология). — ISBN 4-492-09151-3(яп.). — ISBN 978-5-94774-841-3(рус.)

2. Головин, Ю. И. Введение в нанотехнику / Ю. И. Головин. — М. : Машиностроение, 2007. — 496 с. : ил. — Библиогр. в конце глав. — ISBN 978-5-217-03378-2

Нанотехнология в электронике. Введение в специальность. Учебное пособие Лозовский В.Н., Константинова Г.С., Лозовский С.В." Издательство: «Лань» – 2008, 2-е, испр – 336 стр. <http://e.lanbook.com/view/book/232/>

3. Ханнинка Р., Хил А. Наноструктурные материалы – М.: Техносфера, 2009. – 488 с.

4. Пул, Ч. Нанотехнологии : учеб. пособие / Ч. Пул, Ф. Оуэнс ; пер. с англ. Ю. И. Головина. – 4-е изд., испр. и доп. – М. : ТЕХНОСФЕРА, 2009. – 336 с.

5. Мартинес-Дуарт, Дж. М. Нанотехнологии для микро- и оптоэлектроники / Дж. М. Мартинес-Дуарт, Р. Дж. Мартин-Палма, Ф. Агулло-Руеда ; пер. с англ. А. В. Хачояна ; под ред. Е. Б. Якимова. – 2-е изд., доп. – Москва : Техносфера, 2009. – 368 с.

6. Нанотехнологии. Наноматериалы. Наносистемная техника : Мировые достижения – 2008 год : сборник / под ред. П. П. Мальцева. – Москва : Техносфера, 2008. – 430 с.

Информационно-телекоммуникационной сеть «Интернет»,
необходимых для освоения дисциплины

1. <http://catalog.ncfu.ru/catalog/> – Научная библиотека СКФУ

2. <http://www.chem.msu.su> – сайт библиотеки химического факультета
Московского государственного университета

3. <http://lib.muctr.ru> – сайт Информационно-библиотечного центра
Российского химико-технологического университета им. Д. И.
Менделеева

4. <http://library.spbu.ru> – сайт научной библиотеки им. М. Горького
Санкт- Петербургского государственного университета