

1. Микроструктура материалов. Исследования и контроль.
2. Нанороботы, нанoinструменты и наноматериалы в медицине.
3. Углеродные аэрогели. Получение и возможности применения.
4. Возможности микрочипов — фантастика и реальность.
5. Аллотропные модификации углерода. Исследование свойств, создание новых материалов.
6. Молекулярный синтез и сборка.
7. Нанoinструменты и ферментативные методики в биотехнологии и геномной инженерии.
8. Исследование гидрофобных свойств различных материалов.
9. Применение нанолитографии к методам шифрования.
10. Зависимость свойств коллоидных растворов от размера наночастиц.
1. Получение многослойных наноструктур химическим методом.
2. Зависимость оптических свойств наноплёнок от толщины и типа материала.
3. Лазерное наноструктурирование поверхностей материалов.

Курс рассчитан на 34 ч (1 ч в неделю).

Пояснительная записка

Элективный курс «Основы нанотехнологий» предназначен для учащихся старшей школы, избравших естественно-научный, физико-математический, физико-химический профиль или проявивших повышенный интерес к изучению физики.

Построение материала в учебном пособии рассчитано на опережающее развитие знаний, термины и понятия, знакомые учащимся из курса физики. Задача понятий на ассоциативном и интуитивном уровнях. В качестве базовых принципов преподавания элективного курса «Основы нанотехнологий» могут быть рекомендованы следующие:

- ▶ многоуровневость изложения знаний о квантовых эффектах в нанотехнологиях в качестве теоретического обоснования;
- ▶ структурно-функциональный подход к изучению наноматериалов и наноструктур;
- ▶ междисциплинарный вариант всестороннего освещения технологий «снизу» и «сверху» — вниз», предполагающих использование атомарной физики, химии, электроники и других наук;
- ▶ определение взаимосвязей и глобальных перспектив развития нанотехнологий;
- ▶ освещение практического значения нанотехнологий для промышленности, экономики и общества в целом.

Цель курса состоит в том, чтобы дать учащимся основные понятия, используемые в области квантовой физики, а также познакомить их с современными достижениями нанотехнологий в области измерений, материаловедения, преобразования и практических применений.

Задачи курса:

- ▶ формирование у учащихся представления об основах квантовых эффектов, широко используемых в нанотехнологиях;
- ▶ формирование у учащихся общего представления о нанотехнологии как особой отрасли науки и производства;
- ▶ знакомство учащихся с основными направлениями и методами исследований в области нанотехнологий;
- ▶ формирование представления о практическом значении разрабатываемых нанотехнологий для электроники, оптоэлектроники, компьютерной техники, военного дела и т. д.;
- ▶ знакомство учащихся с перспективами развития нанотехнологий и пробуждение в них интереса к приложению собственных усилий в области нанотехнологий.

Учебно-методическое обеспечение курса включает в себя учебное пособие для учащихся, программу элективного курса.

Требования к уровню освоения дисциплины

Исходный уровень знаний

Для усвоения содержания элективного курса «Основы нанотехнологий» необходимо знание ряда вопросов из курса общей физики средней общеобразовательной школы:

- ▶ представление о явлениях интерференции и дифракции света;
- ▶ понимание на качественном уровне явления дисперсии света;
- ▶ общее представление о строении атома и молекул;
- ▶ знание законов электричества и магнетизма;
- ▶ начальное понимание процессов намагниченности и поляризации на атомном и молекулярном уровнях;
- ▶ знание первого и второго законов термодинамики.

Учащиеся должны получить представление:

- ▶ о единстве фундаментальных естественных наук, незавершённости естествознания и перспективах его дальнейшего развития;
- ▶ о квантовых эффектах в нанотехнологиях, обуславливающих уникальные свойства наноматериалов;

- ▶ о специфике нанобъектов и нанотехнологий;
- ▶ о возможных сферах применения нанотехнологий в науке и производстве.

Учащиеся должны знать:

- ▶ квантовые эффекты, такие как туннелирование, квантование квантово-размерный эффект;
- ▶ основные методы измерения в нанотехнологиях;
- ▶ основные методы создания наноматериалов;
- ▶ основные понятия, такие как «гетероструктура», «наночастица», «нанотехнология», «литография», «эпитаксия» и многие другие;
- ▶ направления развития фундаментальных исследований и прикладных разработок в области нанотехнологий;
- ▶ основные достижения нанотехнологий, их значение для промышленности и общества в целом;
- ▶ перспективы развития нанотехнологий.

Учащиеся должны уметь:

- ▶ выполнять творческие задания для самостоятельного получения и применения знаний;
- ▶ обсуждать дискуссионные проблемы, отстаивая собственную точку зрения.

Учащиеся должны приобрести навыки самостоятельной работы с учебной, научной и справочной литературой; написания проекта и литературных обзоров по проблеме.

Элективный курс допускает использование любых современных образовательных технологий по усмотрению учителя.

В качестве основной организационной формы проведения занятий предлагается проведение лекционно-семинарских занятий, на которых даётся объяснение теоретического материала и решаются задачи по данной теме. Для повышения интереса к теоретическим вопросам и закрепления наученного материала предусматриваются моностраничные опыты в лабораторный практикум.

Формы контроля усвоения материала могут служить отчёты о практической работе, самостоятельные творческие работы, тестовые учебно-исследовательские проекты. Итоговое занятие проводится в виде научно-практической конференции, где заслушиваются доклады учащихся по выбранной теме исследования.

Содержание курса

Курс рассчитан на 34 ч (1 ч в неделю, резервное время 2–6 ч).
Итоговое занятие проходит в форме научно-практической конференции.

Тема 1. Наноматериалы (5 ч)

Классификация наноматериалов; наночастицы; нанопористые структуры; нанотрубки; нанодисперсии; наноструктурированные поверхности и плёнки.

Практическая работа № 1. Получение наночастиц серебра.

Тема 2. Технологии получения наноматериалов (3 ч)

Нанокристаллические материалы; технологии «сверху–вниз» и «снизу–вверх» получения наноматериалов; самоорганизация и самосборка в нанотехнологиях.

Практическая работа № 2. Получение наноразмерных металлических плёнок.

Тема 3. Инструменты нанотехнологий (5 ч)

Предел разрешения оптического микроскопа. Критерий Рэлея. Дуализм «волна–частица». Физические предпосылки к созданию электронного микроскопа. Принцип действия магнитной линзы. Устройство электронного просвечивающего микроскопа. Устройство электронного сканирующего микроскопа. Полевой ионный микроскоп: физические принципы, преимущества и недостатки. Безлинзовый полевой ионный микроскоп — ионный проектор. Измерение туннельного тока, принцип действия сканирующего туннельного микроскопа. Работа СТМ в режиме постоянной высоты и в режиме постоянного тока. Работа атомно-силового микроскопа. Силы взаимодействия зонда с поверхностью в АСМ. Режимы работы АСМ.

Практическая работа № 3. Наноструктурирование поверхности методом анодного травления.

Тема 4. Нанокластеры, квантовые точки (6 ч)

Обратимые и необратимые химические реакции. Виды химического равновесия. Закон действующих масс. Константа равновесия. Влияние различных факторов на состояние равновесия. Квантовые точки. Применение кластеров.

Практическая работа № 4. Получение магнитной нанопасты.

Тема 5. Углеродные наноструктуры (5 ч)

Структуры на основе углерода. Получение углеродных нанотрубок. Механические свойства углеродных наноструктур. Химические свойства углеродных нанотрубок. Электрические свойства углеродных нанотрубок. Применение углеродных нанотрубок.

Практическая работа № 5. Анализ СЭМ-изображений углеродных нанотрубок.

Тема 6. Нанoeлектроника (5 ч)

Закон Мура. Одноэлектронный транзистор. Туннельный диод. Наноконтакты. Квантовые компьютеры. Светодиоды. Лазеры.

Тема 7. Научно-практическая конференция (2–4 ч)

Защита рефератов, практических работ исследовательского проекта. Подведение итогов (круглый стол).

Тематическое планирование

Предлагаемое тематическое планирование примерное. Распределение времени по темам ориентировочное. Авторы оставляют за собой право вносить свои изменения в распределение часов изучения материала и проведение практикума, изменять содержание наполнения уроков, а также корректировать демонстрационный и лабораторный эксперимент, исходя из возможности разовой или регулярной организации.

ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

№ п/п	Тема урока	Основное содержание урока	Количество часов
Тема 1. Наноматериалы (4 ч)			
1	Классификация наноматериалов и их свойства	Классификация наноматериалов; наночастицы. Особые свойства нанобъектов	14.09.19 1
2	Наиболее интересные и перспективные материалы нанотехнологий	Нанопористые структуры; нанотрубки; нанодисперсии; наноструктурированные поверхности и плёнки; нанокристаллические материалы	21.09.19 1
3	Практическая работа № 1. «Получение наночастиц серебра»	Опыт. Создание коллоидных растворов на основе наноразмерного наполнителя. Анализ свойств, полученных образцов. Обработка результатов и оформление отчёта	1
4	Решение задач	Обработка навыков решения задач	1
Тема 2. Технологии получения наноматериалов (4 ч)			
5	Технологии получения наноматериалов	Технологии «сверху—вниз» и «снизу—вверх» получения наноматериалов	1
6	Саморегуляция и самосборка	Саморегуляция и самосборка в нанотехнологиях	1
7	Практическая работа № 2. «Получение наноразмерных металлических плёнок»	Опыт по созданию наноплёнок металла. Анализ свойств полученных образцов. Обработка результатов и оформление отчёта	1
8	Решение задач	Обработка навыков решения задач	1

Тема 3. Инструменты нанотехнологий (5 ч)			
9—10	Электронная микроскопия	Предел разрешения оптического микроскопа. Критерий Рэля. Дифракция «волна—частица». Физические предпосылки к созданию электронного микроскопа. Принцип действия магнитной линзы. Устройство электронного просвечивающего микроскопа. Устройств электронографического микроскопа. Полевые и сканирующие электронные микроскопы. Физические принципы микроскопии: физические принципы, преимущества и недостатки. Безинерционный полевой ионный микроскоп — новый прорыв	2
11—12	Сканирующая зондовая и атомно-силовая микроскопия	Измерение туннельного тока как принцип действия сканирующего туннельного микроскопа. Работа СТМ в режиме постоянной высоты и в режиме постоянного тока. Работа атомно-силового микроскопа. Силы взаимодействия зонда с поверхностью в АСМ. Режимы работы АСМ	2
13	Практическая работа № 3. «Наноструктурирование поверхности методом анодного травления»	Опыт. Создание наноразмерных структур на поверхности металла. Обработка полученных результатов и оформление отчёта	1
Тема 4. Нанокластеры, квантовые точки (6 ч)			
14—15	Кластеры, особенности их свойств и методы их модификации	Кластеры и особенности их свойств. Методы получения кластеров, магнитные числа. Квантовые точки. Роль процессов самоорганизации	2
16—17	Области применения нанокластеров	Методы модификации свойств нанокластеров. Области применения нанокластеров	2
18	Практическая работа № 4. «Получение магнитной «наножидкости»	Опыт. Получение и анализ магнитных наночастиц методом соосаждения. Обработка полученных результатов и оформление работы	1
19	Решение задач	Обработка навыков решения задач	1

№ п/п	Тема урока	Основное содержание урока	Количество часов
Тема 5. Углеродные наноструктуры (5 ч)			
20	Структуры на основе углерода и их получение	Структуры на основе углерода. Получение углеродных наноструктур	1
21	Свойства углеродных нанотрубок	Механические свойства углеродных наноструктур. Химические свойства углеродных нанотрубок. Электрические свойства углеродных нанотрубок	1
22	Применение углеродных нанотрубок	Применение углеродных нанотрубок в технологических циклах производства	1
23	Практическая работа № 5. «Анализ СЭМ-изображений углеродных нанотрубок»	Проведение практической работы. Обработка полученных результатов и оформление отчёта	1
24	Решение задач	Отработка навыков решения задач	1
Тема 6. Нанoeлектроника (5 ч)			
25–26	Нанoeлектроника	Закон Мура. Одноэлектронный транзистор. Туннельный диод. Нанокомпьютеры	2
27–28	Квантовая оптоэлектроника	Квантовые компьютеры. Светодиоды. Лазеры	2
29	Решение задач	Отработка навыков решения задач	1
Тема 7. Научно-практическая конференция (2–6 ч)			