

Программа элективного курса
«ВВЕДЕНИЕ В НАНОТЕХНОЛОГИИ»
по физике для 10-11 классов
средней общеобразовательной школы
(32 ч)

1. Пояснительная записка

Элективный курс «Введение в нанотехнологии» построен из трех модулей: «Физика», «Химия» и «Биология». Модуль «Физика» представляет собой блочную систему, в которую входят обязательные блоки и блоки по выбору учителя. Обязательными начальными блоками являются «Квантовые эффекты в нанотехнологиях», «Наноматериалы и технологии их получения», «Инструменты нанотехнологий», «Нанокластеры, квантовые точки», «Нанотехнологии вокруг нас: реальность и перспективы». Независимыми являются блоки «Углеродные наноструктуры», «Наноэлектроника», «Микроэлектромеханические системы», «Фотонные кристаллы – оптические сверхрешетки».

Построение материала в учебном пособии рассчитано на опережающее развитие: вводятся термины и понятия, незнакомые учащимся из курса физики или химии, однако понятные на ассоциативном и интуитивном уровнях. В качестве базовых принципов преподавания элективного курса «Введение в нанотехнологии» (физика) могут быть рекомендованы следующие:

- многоуровневость изложения знаний о квантовых эффектах в нанотехнологиях в качестве теоретического обоснования: квантование энергетических уровней, волновые свойства электрона, элементы зонной теории, туннелирование и квантовая яма;
- структурно-функциональный подход к изучению наноматериалов и наноструктур;
- междисциплинарный характер всестороннего освещения технологий «снизу-вверх» и «сверху-вниз», предполагающий использование достижений физики, химии, электроники и др. наук;
- определение ближайших и отдаленных перспектив развития нанотехнологий;
- освещение прикладного значения нанотехнологий для промышленности, медицины и общества в целом.

2. Цель и задачи дисциплины

Цель модуля «Физика» в рамках курса «Введение в нанотехнологии» состоит в том, чтобы дать основные понятия, используемые в области квантовой физики, а также познакомить с

современными достижениями нанотехнологий в области измерений, материаловедения, приборостроения и практических приложений.

К **задачам** модуля по физике можно отнести следующие:

- формирование у учащихся представлений 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.

3. Исходный уровень знаний

Для усвоения содержания элективного курса «Введение в нанотехнологии» (модуль «Физика») 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;
- общие представления 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.

4. Требования к уровню освоения дисциплины

Учащиеся должны

• **Получить представление:**

- о единстве фундаментальных естественных наук, незавершенности естествознания и перспективах его дальнейшего развития;
- о квантовых эффектах в нанотехнологиях, обуславливающих уникальные свойства наноматериалов;
- о специфике нанообъектов и нанотехнологий;
- о возможных сферах применения нанотехнологий в науке и производстве.

- **Знать:**
 - квантовые эффекты, такие как туннелирование, квантование, квантово-размерный эффект;
 - основные методы измерений 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 промышленного производства и общества в целом;
 - перспективы развития нанотехнологий.

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

- **Приобрести навыки:**
 - самостоятельной работы с учебной, научной и справочной литературой;
 - написания рефератов и литературных обзоров по проблеме.

5. *Объем дисциплины* – 32 часа, из них 16 ч рекомендуется для изучения обязательных блоков и 16 ч – дополнительных блоков.

6. Распределение часов по блокам и видам учебной работы

Форма обучения – элективная

Название блоков	Всего (ч)	Формы учебных занятий	
		Аудиторные занятия	
		лекции (ч)	семинарские занятия (ч)
Блоки для обязательного изучения			
1. Квантовые эффекты в нанотехнологиях	4	2	2
2. Наноматериалы и технологии их получения	4	2	2

3. Инструменты нанотехнологий	4	2	2
4. Нанокластеры, квантовые точки	2	1	1
5. Нанотехнологии вокруг нас: реальность и перспективы	2	1	1
Итого	16	8	8
Блоки для дополнительного изучения			
1. Углеродные наноструктуры	6	3	3
2. Фотонные кристаллы – оптические сверхрешетки	4	2	2
3. Нанoeлектроника	4	2	2
4. Микроэлектромеханические структуры	2	1	1
Итого	16	8	8
Итого по курсу	32	16	16

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Компьютерный класс.
2. Интерактивная доска.
3. Интернет-ресурсы.
4. Мультимедийный проектор.
5. Видеофильмы.

Тематическое планирование изучения учебного материала

№	Тема	Цель	Основное содержание	Планирование темы	Форма	Домашнее задание
Темы для обязательного изучения						
1.	Квантовые эффекты в нанотехнологиях (4 ч)	Сформировать представление о нанотехнологиях, квантовой физике, волновых свойствах частиц, а также основных особенностях наночастиц	Волновые свойства частиц, гипотеза де Бройля, квантование уровней энергии, понятия зонной теории, валентной зоны и зоны проводимости, туннелирование, квантовая яма	<i>Урок 1.</i> Квантовые эффекты в нанотехнологиях	Лекция	Глава 1 учеб. пособия
				<i>Урок 2.</i> Эффект туннелирования: сравнение с классической частицей	Семинар	Глава 1 учеб. пособия
				<i>Урок 3.</i> Квантовая яма, нить, точка: особенности строения энергетических зон	Лекция	Глава 1 учеб. пособия
				<i>Урок 4.</i> Квантовая яма, нить, точка: особенности строения энергетических зон	Семинар	Глава 1 учеб. пособия
2.	Наноматериалы и технологии их получения (4 ч)	Сформировать представление о наноматериалах, их разнообразии, технологиях	Классификация наноматериалов; наночастицы; нанопористые структуры; нанотрубки; нанодисперсии; наноструктурированные	<i>Урок 1.</i> Классификация наноматериалов и их свойства	Лекция	Глава 2 учеб. пособия

№	Тема	Цель	Основное содержание	Планирование темы	Форма	Домашнее задание
		получения и уникальных свойствах	поверхности и пленки; нанокристаллические материалы; технологии «сверху-вниз» и «снизу-вверх» получения наноматериалов; самоорганизация и самосборка в нанотехнологиях	Урок 2. Наиболее интересные и перспективные материалы нанотехнологий	Семинар	Глава 2 учеб. пособия
				Уроки 3 и 4. Технологии получения наноматериалов	Лекция / семинар	Глава 2 учеб. пособия
3.	Инструменты нанотехнологий (4 ч)	Сформировать представление о принципах работы электронного просвечивающего,	Предел разрешения оптического микроскопа. Критерий Рэлея. Дуализм «волна-частица». Физические предпосылки к созданию электронного	Уроки 1 и 2. Электронная микроскопия	Лекция / семинар	Глава 3 учеб. пособия

№	Тема	Цель	Основное содержание	Планирование темы	Форма	Домашнее задание
		электронного растрового и ионно-полевого микроскопов, сканирующего туннельного микроскопа, атомно-силового, ближнепольного оптического микроскопов, а также о нанолитографии	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 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	Уроки 3 и 4. Сканирующая зондовая микроскопия	Лекция / семинар	Глава 3 учеб. пособия
4.	Нанокластеры, квантовые точки (2 ч)	Сформировать представление об атомных кластерах, описать их основные свойства	Кластеры и особенности их свойств. Методы получения кластеров, магические числа. Квантовые точки. Роль процессов самоорганизации.	Урок 1. Кластеры, особенности их свойств и методы их модификации	Лекция	Глава 4 учеб. пособия

№	Тема	Цель	Основное содержание	Планирование темы	Форма	Домашнее задание
		и области практического применения структур на их основе	Методы модификации свойств нанокластеров. Области применения нанокластеров	<i>Урок 2.</i> Области применения нанокластеров	Семинар	Глава 4 учеб. пособия
5.	Нанотехнологии вокруг нас: реальность и перспективы (2 ч)	Познакомить учащихся с современным состоянием дел и ближайшими перспективами применения нанотехнологических методов в быту, в медицине, промышленности и военном деле	Нанопокрyтия. Катализаторы и фильтры. Нанотехнологии в медицине. Нанотехнологии в парфюмерии и пищевой промышленности. Нанотехнологии, используемые при производстве спортивных товаров, одежды и обуви. Нанотехнологии в военном деле	<i>Урок 1.</i> Нанотехнологии вокруг нас: реальность и перспективы	Лекция	Глава 9 учеб. пособия
				<i>Урок 2.</i> Перспективы нанотехнологий	Семинар	Глава 9 учеб. пособия
Блоки для дополнительного изучения						
6.	Углеродные наноструктуры (6 ч)	Сформировать представление об углеродных наноструктурах, их свойствах, формах и современных методах применения	Структуры на основе углерода. Получение углеродных наноструктур. Механические свойства углеродных наноструктур. Химические свойства углеродных нанотрубок. Электрические	<i>Урок 1-2.</i> Структуры на основе углерода и их получение	Лекция / семинар	Глава 5 учеб. пособия
				<i>Урок 3-4.</i> Свойства углеродных нанотрубок	Лекция / семинар	Глава 5 учеб. пособия

№	Тема	Цель	Основное содержание	Планирование темы	Форма	Домашнее задание
			свойства углеродных нанотрубок. Применение углеродных нанотрубок	<i>Урок 5-6.</i> Применение углеродных нанотрубок	Лекция / семинар	Глава 5 учеб. пособия
7.	Фотонные кристаллы – оптические сверхрешетки (4 ч)	Сформировать представление о фотонных кристаллах как объекте нанотехнологий	Сверхрешётки. Дифракция на одномерной, двумерной, трехмерной сверхрешетке. Зонная теория. Фотонная запрещённая зона. Получение фотонных кристаллов. Применения фотонных кристаллов. Фотонные кристаллы в природе	<i>Урок 1-2.</i> Фотонные кристаллы – оптические сверхрешетки	Лекция / семинар	Глава 6 учеб. пособия
				<i>Урок 3-4.</i> Применения фотонных кристаллов в технике и природе	Лекция / семинар	Глава 6 учеб. пособия
8.	Нанoeлектроника (4 ч)	Сформировать представление о нано- и оптоэлектронике как о направлении прикладной науки, базирующейся на принципах функционирования электронных приборов на основе нанообъектов	Закон Мура. Одноэлектронный транзистор. Туннельный диод. Нанокomпьютеры. Квантовые компьютеры. Светодиоды. Лазеры	<i>Урок 1-2.</i> Нанoeлектроника	Лекция / семинар	Глава 7 учеб. пособия
				<i>Урок 3-4.</i> Квантовая оптоэлектроника	Лекция / семинар	Глава 7 учеб. пособия
9.	Микроэлектромеханические структуры (2 ч)	Сформировать представление о микроэлектромеханических структурах	Понятие о микроэлектромеханических системах. Элементы	<i>Урок 1.</i> Микроэлектромеханические структуры	Лекция	Глава 8 учеб. пособия

№	Тема	Цель	Основное содержание	Планирование темы	Форма	Домашнее задание
		ханических системах, их разнообразии, технологиях получения и уникальных свойствах	микроэлектромеханических систем	<i>Урок 2.</i> Работа микроэлектромеханических структур	Семинар	Глава 8 учеб. пособия