

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Министерство образования Оренбургской области
Управление образованием администрации муниципального образования
"город Бугуруслан"
МБОУ Лицей № 1

РАССМОТРЕНО

руководитель ШМО



Т. В. Коробейникова

Протокол №1

от «30» августа 2024 г.

УТВЕРЖДЕНО

Директор МБОУ Лицей №1



В. А. Гютерев

Приказ №126

от «30» августа 2024 г.



ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ
ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА
«НАНОТЕХНОЛОГИЯ»
для обучающихся 11 класса

Разработчик:

Хабарова Юлия Игоревна

учитель физики

МБОУ Лицей №1

первой квалификационной категории

г. Бугуруслан 2024-2025

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Рабочий календарно-тематический план групповых занятий по физике в 11 классе на 2024-2025 учебный год составлен на основе программы элективного курса «Нанотехнология» И.В. Разумовской.

Курс «Нанотехнология» предназначен для учащихся 11 классов. Курс опирается на знания, полученные учащимися при изучении физики, химии и биологии в основной школе, и рассчитан на два полугодия (34 часа, 1 час в неделю).

Нанотехнология — одна из наиболее динамично развивающихся областей современной физики, по ряду проблем граничащая с химией и биологией. Одновременно это основа новой техники, что позволяет говорить об очередной технической революции во всех областях жизнедеятельности человека. «По многим прогнозам, именно развитие нанотехнологий определит облик XXI века, подобно тому как открытие атомной энергии, изобретение лазера и транзистора определили облик XX столетия». Изучение основ нанотехнологий позволяет подготовить новые поколения к осознанному восприятию принципиально изменившегося подхода к созданию материалов и устройств техники XXI в.

Предлагаемый курс позволяет расширить и углубить представления учащихся о влиянии размеров атомных структур на их разнообразные физические свойства (механические, электрические, магнитные, оптические) и активизировать знания по соответствующим разделам школьного курса физики. Подчеркивается квантовая природа свойств наночастиц. Нано- (или мезо-) структуры являются промежуточными между отдельными атомами, изучаемыми в школьном курсе химии, и макроскопическими телами, изучаемыми в курсе физики. Примером природных наноструктур служат многие биологические объекты. Поэтому данный курс не только соответствует общим задачам, стоящим перед обучением физике в старших классах средней школы, но и активизирует межпредметные связи физика — химия, физика — информатика и физика — биология. Учащиеся получают возможность познакомиться на качественном уровне с принципиально новыми физическими явлениями и новыми фундаментальными научными проблемами. Одной из важнейших особенностей курса является его политехническая направленность, конкретная демонстрация использования достижений физической науки в новейшей технике.

Исторический аспект развития нанотехнологий, начиная со знаменитой лекции Ричарда Феймана в 1959 г. и заканчивая работами нобелевского лауреата академика Ж. И. Алферова, позволяет на конкретном примере показать логику развития физической науки и ее применений и усилить эмоциональную составляющую восприятия материала курса.

Данный курс соответствует задачам, стоящим перед обучением физике в старших классах средней школы, способствует формированию целостной картины мира на разных уровнях размерности физических систем. Изучение процессов самоорганизации при формировании наноструктур и примеры использования биологических наноструктур как элементов технологии позволяют с единых позиций рассматривать природные и искусственные наноструктуры, что способствует формированию общего научного мировоззрения.

Основные задачи курса:

- приобретение учащимися знаний: о влиянии размеров атомных структур на их физические свойства; о конкретных наноструктурах и перспективах их использования в современной технике; о современных методах наблюдения отдельных атомов и манипулирования отдельными атомами; о достижениях и перспективах использования нанотехнологии в технике, биологии, медицине, вычислительной технике; об истории развития нанотехнологии и научной деятельности создававших ее ученых;
- приобретение общеучебных умений: работать со средствами информации (учебной, справочной, научно- популярной литературой, средствами дистанционного образования, текущей научной информацией в Интернете); готовить сообщения и доклады, оформлять их и представлять; обобщать знания, полученные при изучении физики, химии и биологии; использовать технические средства обучения и средства новых информационных технологий; участвовать в дискуссии;
- формирование представлений об использовании различных физических свойств и особенностей наноструктур в современной технике, роли экономического и экологического факторов; о роли компьютерного моделирования в создании новых структур и материалов;
- воспитание научного мировоззрения и эстетическое воспитание;
- развитие у учащихся функциональных механизмов психики — восприятия, мышления, речи, а также типологических и индивидуальных свойств личности: интересов, способностей, в том числе творческих, самостоятельности, мотивации.

При проведении занятий целесообразны такие формы обучения, как лекции (вводные к разделам), семинары, самостоятельная работа учащихся (коллективная, групповая, индивидуальная),

консультации. Учащиеся самостоятельно находят информацию для докладов и сообщений, подбирают и реферируют тексты из учебной, научно-популярной литературы, сайтов Интернета, компьютерных обучающих программ, выбирают соответствующий иллюстративный материал. Кроме письменного представления докладов и сообщений возможно их представление в виде общего проекта. Уровень самостоятельности при осуществлении этой деятельности учащимися и характер помощи со стороны учителя варьируется в зависимости от их подготовленности и сложности материала.

После изучения курса учащиеся должны:

знать (на уровне воспроизведения) отличительные особенности наноструктур в целом и основные примеры природных и синтезированных наноструктур; основные достижения и перспективы применения нанотехнологии в электронике, биологии, медицине, охране окружающей среды; историю развития нанотехнологии; имена и основные научные достижения ученых, сделавших существенный вклад в ее развитие;

понимать роль нанотехнологии в целом в жизнедеятельности человека в XXI в.; принципиальное влияние размеров наночастиц на их физические свойства; перспективы так называемого «молекулярного дизайна», включающего наноструктуры как неорганического, так и органического и биологического происхождения;

уметь работать со средствами информации, в том числе компьютерными (уметь искать и отбирать информацию, систематизировать и корректировать ее, составлять рефераты); готовить сообщения и доклады и выступать с ними; участвовать в дискуссиях; оформлять сообщения и доклады в письменном и электронном виде, подбирать к докладам, сообщениям, рефератам иллюстративный материал и корректировать его.

Работа учащихся по представленному курсу оценивается в конце первого и второго полугодия с учетом активности, качества содержания и оформления докладов, выступлений в дискуссиях, подготовленных наглядных материалов.

Содержание курса

11 класс

Понятие о нанообъектах и наноматериалах (5 ч)

Наноструктуры — объекты, промежуточные между молекулами и макроскопическими телами. Примеры природных и синтезированных наноструктур (ДНК, частицы природных глин, фуллерены, магнитные кластеры и др.). Особенности физических свойств наноструктур, связанные с их размерами (размерный эффект). Роль поверхности. Проявления квантовых эффектов. Новая парадигма получения материалов сборкой «снизу вверх».

Нанотехнология — основа техники будущего. Перспективы создания и использования материалов, систем и устройств со структурой в наномасштабе. Понятие о процессах самоорганизации и их роль (самосборка) в формировании наноструктур. Концепция Дрекслера: нанороботы и их самовоспроизводство.

Экспериментальные методы — «глаза» и «пальцы» нанотехнологии (3 ч)

Туннельный эффект и принцип работы сканирующего туннельного микроскопа (СТМ). История создания СТМ. Устройство СТМ. Примеры их применения.

Атомный силовой микроскоп (АСМ). Принцип работы, устройство, режимы работы. Определение методом АСМ структуры природных и искусственных нанообъектов. Манипулирование с помощью АСМ отдельными атомами.

Магнитный силовой микроскоп и его возможности. Оптический микроскоп ближнего поля, преодоление дифракционного предела. Оптический и магнитный пинцеты.

Фуллерены и нанотрубки (4 ч)

История открытия фуллеренов. Строение и особенности электронной структуры. Углеродные нанотрубки. Фуллерены и углеродные нанотрубки — новая аллотропная форма углерода. Методы получения углеродных нанотрубок.

Зависимость электрических свойств углеродных нанотрубок от их строения. Использование углеродных нанотрубок в нанoeлектронике (гетеропереход, дисплей и пр.). Сверхпроводимость

нанотрубок.

Теоретическая прочность твердых тел и высокопрочные материалы. Прочность углеродных нанотрубок, перспективы использования их механических свойств.

Неуглеродные нанотрубки, особенности их структуры и свойств. Наноконтейнеры на базе фуллеренов и нанотрубок. Перспективы их использования в биологии и медицине. Многослойные нанотрубки.

Применение нанотрубок в качестве весов, кантилеверов и пр.

Магнитные кластеры и магнитные наноструктуры (3 ч)

Магнитные кластеры на основе железа и марганца, особенности их магнитных свойств («мезоскопические магниты»). Магнитные кластеры и запоминающие устройства с высокой плотностью записи информации.

Суперпарамагнетизм. Явление туннелирования магнитного момента в ферромагнитных наночастицах. Наноматериалы с эффектом гигантского магнитного сопротивления (магнитные мультислои), их использование для записи и чтения информации. Использование магнитных кластеров, изолированных внутри нанотрубок.

Применение магнитных нанокластеров в медицине.

Наномембраны и вторичные структуры на их основе. Нанопроволоки (2 ч)

Использование ускоренных ионов для получения трековых полимерных наномембран; применения наномембран.

Получение с помощью электролиза вторичных структур — нанопроволок. Магнитное сопротивление в нанопроволоках и наномостиках. Нанопроволоки (нанонити) на основе дрожжевых белков.

Квантовые точки, полупроводниковые сверхрешетки (3 ч)

Самосборка германиевых «пирамид». Квантовые компьютеры, кубиты. Полупроводниковые сверхрешетки — новый тип полупроводников. Композиционные и легированные сверхрешетки, их использование. Отрицательное электросопротивление.

Фотонные кристаллы — оптические сверхрешетки (4 ч)

Дифракционная решетка как одномерная фотонная структура. Качественное представление о дифракции на двумерной и трехмерной фотонной структуре. «Зонная теория» для фотонов: фотонные проводники, изоляторы, полупроводники и сверхпроводники.

Перспективы применения фотонных кристаллов для построения лазеров нового типа, оптических интегральных схем, хранения и передачи информации. История создания и исследования фотонных кристаллов. Кластерная сверхрешетка опала.

Применение драгоценных камней в квантовых оптических технологиях XX—XXI вв.

Консолидированные наноструктуры (3 ч)

Наночастицы и кластеры металлов. Магические числа. Понятие о фрактальной размерности. Металл-полимерные наноконкомпозиты, наноструктурные твердые сплавы, наноструктурные защитные покрытия и пр.

Нанотехнология в биологии и медицине (5 ч)

Использование сканирующей микроскопии для исследования микроскопических структур и процессов в биологических системах. Нанороботы в организме человека. Наноактюаторы (наномоторы), использующие биологические наноструктуры. Тканевая инженерия (создание биологических тканей). Нанотехнология изготовления ДНК-чипов и расшифровка геномов человека и растений. Нанотехнология и охрана окружающей среды (наноструктуры с иерархической самосборкой для адсорбции атомов тяжелых металлов, нанопористые материалы для очистки воды,

наносенсоры и пр.).

**Теория и компьютерное моделирование
наноструктур
(1 ч)**

**Развитие нанотехнологии в России и других странах мира
(1 ч)**

Средства обучения

Слайды (диапозитивы).

Графические иллюстрации.

Сайты в Интернете, распечатки сайтов.

Научно-популярная литература.

Дидактические материалы.

Учебники по физике, химии, биологии для старших классов средней школы.

Компьютерная обучающая программа «Открытая физика».

Темы докладов и рефератов

1. История развития нанотехнологии, основные этапы.
2. Устройство АСМ, демонстрация изображений атомных структур, полученных на АСМ (поверхность кремния; «загон для скота», демонстрирующий волновую природу электронов на поверхности меди и др.).
3. Зонная структура углеродных нанотрубок и их электрические свойства.
4. Использование биологических объектов при получении наноструктур и нанодвигателей.
5. Новые методы записи и считывания информации на основе нанотехнологии.
6. Наносенсоры — достижения и перспективы.
7. Нобелевские лауреаты в области нанотехнологии.
8. Квантовые эффекты в наноструктурах.
9. Новая парадигма получения структур и материалов «снизу вверх».

Тематическое планирование

№	Тема занятия	Дата по плану	Дата факт.
Понятие о нанобъектах и наноматериалах (5ч)			
1.	Наноструктуры — объекты, промежуточные между молекулами и макроскопическими телами. Примеры природных и синтезированных наноструктур (ДНК, частицы природных глин, фуллерены, магнитные кластеры и др.).		
2.	Особенности физических свойств наноструктур, связанные с их размерами (размерный эффект). Роль поверхности. Проявления квантовых эффектов.		
3.	Новая парадигма получения материалов сборкой «снизу вверх».		
4.	Нанотехнология — основа техники будущего. Перспективы создания и использования материалов, систем и устройств со структурой в наномасштабе.		
5.	Понятие о процессах самоорганизации и их роль (самосборка) в формировании наноструктур. Концепция Дрекслера: нанороботы и их самовоспроизводство.		
Экспериментальные методы — «глаза» и «пальцы» нанотехнологии (3 ч)			
6.	Туннельный эффект и принцип работы сканирующего туннельного микроскопа (СТМ). История создания СТМ. Устройство СТМ. Примеры их применения.		
7.	Атомный силовой микроскоп (АСМ). Принцип работы, устройство, режимы работы. Определение методом АСМ структуры природных и искусственных нанобъектов. Манипулирование с помощью АСМ отдельными атомами.		
8.	Магнитный силовой микроскоп и его возможности. Оптический микроскоп ближнего поля, преодоление дифракционного предела. Оптический и магнитный пинцеты.		
Фуллерены и нанотрубки (4 ч)			
9.	История открытия фуллеренов. Строение и особенности электронной структуры. Углеродные нанотрубки. Фуллерены и углеродные нанотрубки — новая аллотропная форма углерода. Методы получения углеродных нанотрубок.		
10.	Зависимость электрических свойств углеродных нанотрубок от их строения. Использование углеродных нанотрубок в наноэлектронике (гетеропереход, дисплей и пр.). Сверхпроводимость нанотрубок.		
11.	Теоретическая прочность твердых тел и высокопрочные материалы. Прочность углеродных нанотрубок, перспективы использования их механических свойств.		
12.	Неуглеродные нанотрубки, особенности их структуры и свойств. Наноконтейнеры на базе фуллеренов и нанотрубок. Перспективы их использования в биологии и медицине. Многослойные нанотрубки. Применение нанотрубок в качестве весов, кантилеверов и пр		
Магнитные кластеры и магнитные наноструктуры (3ч)			
13.	Магнитные кластеры на основе железа и марганца, особенности их магнитных свойств («мезоскопические магниты»). Магнитные кластеры и запоминающие устройства с высокой плотностью записи информации.		
14.	Суперпарамагнетизм. Явление туннелирования магнитного момента в ферромагнитных наночастицах. Наноматериалы с эффектом гигантского магнитного сопротивления (магнитные мультислой), их использование для записи и чтения информации. Использование магнитных кластеров, изолированных внутри нанотрубок.		
15.	Применение магнитных нанокластеров в медицине.		

№	Тема занятия	Дата по плану	Дата факт.
Наномембраны и вторичные структуры на их основе. Нанопроволоки (2 ч)			
16.	Использование ускоренных ионов для получения трековых полимерных наномембран; применения наномембран.		
17.	Получение с помощью электролиза вторичных структур — нанопроволок. Магнитное сопротивление в нанопроволоках и наномостиках. Нанопроволоки (нанонити) на основе дрожжевых белков.		
Квантовые точки, полупроводниковые сверхрешетки (3 ч)			
18.	Самосборка германиевых «пирамид». Квантовые компьютеры, кубиты.		
19.	Полупроводниковые сверхрешетки — новый тип полупроводников.		
20.	Композиционные и легированные сверхрешетки, их использование. Отрицательное электросопротивление.		
Фотонные кристаллы -оптические сверхрешетки (4ч)			
21.	Дифракционная решетка как одномерная фотонная структура. Качественное представление о дифракции на двумерной и трехмерной фотонной структуре.		
22.	«Зонная теория» для фотонов: фотонные проводники, изоляторы, полупроводники и сверхпроводники.		
23.	Перспективы применения фотонных кристаллов для построения лазеров нового типа, оптических интегральных схем, хранения и передачи информации. История создания и исследования фотонных кристаллов. Кластерная сверхрешетка опала.		
24.	Применение драгоценных камней в квантовых оптических технологиях XX—XXI вв.		
Консолидированные наноструктуры (3 ч)			
25.	Наночастицы и кластеры металлов.		
26.	Магические числа. Понятие о фрактальной размерности.		
27.	Металл-поли- мерные нанокомпозиты, наноструктурные твердые сплавы, наноструктурные защитные покрытия и пр.		
Нанотехнология в биологии и медицине (5 ч)			
28.	Использование сканирующей микроскопии для исследования микроскопических структур и процессов в биологических системах.		
29.	Нанороботы в организме человека. Наноактюаторы (наномоторы), использующие биологические наноструктуры.		
30.	Тканевая инженерия (создание биологических тканей).		
31.	Нанотехнология изготовления ДНК-чипов и расшифровка геномов человека и растений.		
32.	Нанотехнология и охрана окружающей среды (наноструктуры с иерархической самосборкой для адсорбции атомов тяжелых металлов, нанопористые материалы для очистки воды, наносенсоры и пр.).		
33.	Теория и компьютерное моделирование наноструктур (1 ч)		
34.	Развитие нанотехнологии в России и других странах мира (1 ч)		