

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Министерство образования Свердловской области

Управление образованием Асбестовского муниципального округа

МБОУ "СОШ № 1 им. М. Горького" АМО СО

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора
по УВР

И.В.Перевалова

от «29 » 08.2025 г.

УТВЕРЖДЕНО

Директор

А.Ю.Таратынов

Приказ №55 - ОД

от «29 » 08.2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Курса внеурочной деятельности

«Введение в нанотехнологию»

для обучающихся 11 класса

г. Асбест 2025

ПРОГРАММА КУРСА ВНЕУРОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

«Введение в нанотехнологию»

(34 часа: 10 класс-17 ч., 11 класс-17 ч.)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Рабочая программа курса внеурочной деятельности ***«Введение в нанотехнологию»*** разработана в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта среднего общего образования и направлена на организацию обучения в соответствии с ними. Программа элективного курса составлена на основе «Программы элективного курса «Нанотехнология» (68 часов) Автор И. В. Разумовская "Физика 9-11 классы" М: Дрофа ,2010. Составитель Коровин В.А.

Реализация программы может содействовать достижению обучающимися планируемых результатов освоения ФОП СОО, развитию личности обучающихся, формированию и удовлетворению их социально значимых интересов и потребностей, самореализации обучающихся через участие во внеурочной деятельности. Одной из возможных форм реализации программы является кружок.

Цель курса- предоставление учащимся возможности удовлетворить индивидуальный интерес к изучению практических приложений физики в процессе познавательной и творческой деятельности при проведении самостоятельных экспериментов и исследований.

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». (Алферов Ж.И.). Изучение основ нанотехнологии 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 наночастиц. Нано-(или мезо-) структуры являются промежуточными между отдельными атомами и макроскопическими телами. Примером природных наноструктур служат многие биологические объекты.

Поэтому данный курс не только соответствует общим задачам, стоящим перед обучением физике в школе, 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 нанотехнологии, начиная со знаменитой лекции Ричарда Феймана в 1959г. и заканчивая работами нобелевского лауреата академика Ж.И.Алферова, позволяет на конкретном примере показать логику развития физ. науки и ее применений и усилить эмоциональную составляющую восприятия материала курса.

Данный курс соответствует задачам, стоящим перед обучением физике в школе, 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 позволяет с единых позиций рассматривать природные и искусственные наноструктуры, что способствует формированию общего научного мировоззрения.

Реализация программы создает условия для формирования у обучающихся нестандартного креативного мышления, содействует развитию индивидуальности суждений, формированию культуры обоснования

собственного мнения и свободы его выражения.

Программа может быть востребована обучающимися, которые имеют интерес и мотивацию к углубленному изучению физики и математики в старших классах, готовятся к участию в олимпиадах школьников по физике, в рамках которых предусмотрен практический тур.

ФОРМЫ ПРОВЕДЕНИЯ ЗАНЯТИЙ

Реализация программы предполагает сочетание различных форм индивидуальной и групповой работы, которые помогают развивать у обучающихся, с одной стороны, навыки восприятия новой информации при различных формах ее подачи, а с другой стороны - активность, самостоятельность и творческое начало. В целом реализация данной программы должна положительно сказываться как на актуализации знаний, умений и навыков обучающихся в рамках их предпрофессиональной технологической (инженерной) подготовки, так и на социальном формировании личности обучающихся.

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.

Элективный курс предназначен для учащихся 10, 11 классов.
Курс опирается на знания, полученные учащимися при изучении физики, химии и биологии в основной школе, и рассчитан на 34 часа:
10 класс-17 ч., 11 класс-17 ч.

ВЗАИМОСВЯЗЬ С ПРОГРАММОЙ ВОСПИТАНИЯ

Программа курса внеурочной деятельности разработана с учетом рекомендаций примерной программы воспитания.

Согласно Примерной программе воспитания у современного школьника должны быть сформированы ценности Родины, человека, природы, семьи, дружбы, сотрудничества, знания, здоровья, труда, культуры и красоты. Эти ценности находят свое отражение в содержании занятий, вносящим вклад в воспитание гражданское, патриотическое, духовно-нравственное, эстетическое, экологическое, трудовое, воспитание ценностей научного познания, формирование культуры здорового образа жизни, эмоционального благополучия. Реализация курса способствует осуществлению главной цели воспитания – полноценному личностному развитию школьников и созданию условий для их позитивной социализации.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ КУРСА ВНЕУРОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Личностные результаты

- осознание российской гражданской идентичности (осознание себя, своих задач и своего места в мире);
- готовность к выполнению обязанностей гражданина и реализации его прав;
- ценностное отношение к достижениям своей Родины — России, к науке, искусству, спорту, технологиям, боевым подвигам и трудовым достижениям народа;
- готовность к саморазвитию, самостоятельности и личностному самоопределению;
- осознание ценности самостоятельности и инициативы;
- наличие мотивации к целенаправленной социально значимой деятельности; стремление быть полезным, интерес к социальному сотрудничеству;
- проявление интереса к способам познания;
- стремление к самоизменению;

- сформированность внутренней позиции личности как особого ценностного отношения к себе, окружающим людям и жизни в целом;
- ориентация на моральные ценности и нормы в ситуациях нравственного выбора;
- установка на активное участие в решении практических задач, осознание важности образования на протяжении всей жизни для успешной профессиональной деятельности и развитие необходимых умений;
- осознанный выбор и построение индивидуальной траектории образования и жизненных планов с учетом личных и общественных интересов и потребностей;
- активное участие в жизни семьи;
- приобретение опыта успешного межличностного общения;
- готовность к разнообразной совместной деятельности, активное участие в коллективных учебно-исследовательских, проектных и других творческих работах;
- проявление уважения к людям любого труда и результатам трудовой деятельности; бережного отношения к личному и общественному имуществу;
- соблюдение правил безопасности, в том числе навыков безопасного поведения в интернет-среде.

Личностные результаты, обеспечивающие адаптацию обучающегося к изменяющимся условиям социальной и природной среды:

- освоение социального опыта, основных социальных ролей; осознание личной ответственности за свои поступки в мире;
- готовность к действиям в условиях неопределенности, повышению уровня своей компетентности через практическую деятельность, в том числе умение учиться у других людей,
- приобретать в совместной деятельности новые знания, навыки и компетенции из опыта других;
- осознание необходимости в формировании новых знаний, в том числе формулировать идеи, понятия, гипотезы об объектах и явлениях, в том числе ранее неизвестных, осознавать дефицит собственных знаний и компетентностей, - планировать свое развитие.

Личностные результаты, связанные с формированием экологической культуры:

- умение анализировать и выявлять взаимосвязи природы, общества и экономики;
- умение оценивать свои действия с учетом влияния на окружающую среду, достижений целей и преодоления вызовов, возможных глобальных последствий;
- ориентация на применение знаний из социальных и естественных наук для решения задач в области окружающей среды, планирования поступков и оценки их возможных последствий для окружающей среды;
- повышение уровня экологической культуры, осознание глобального характера экологических проблем и путей их решения;
- активное неприятие действий, приносящих вред окружающей среде;
- осознание своей роли как гражданина и потребителя в условиях взаимосвязи природной, технологической и социальной сред;
- готовность к участию в практической деятельности экологической направленности.

Личностные результаты отражают готовность обучающихся руководствоваться системой позитивных ценностных ориентаций и расширение опыта деятельности.

Метапредметные результаты

Метапредметные результаты во ФГОС сгруппированы по трем направлениям и отражают способность обучающихся использовать на практике универсальные учебные действия, составляющие умение учиться:

- овладение универсальными учебными познавательными действиями;
 - овладение универсальными учебными коммуникативными действиями;
 - овладение универсальными регулятивными действиями.
- Освоение обучающимися межпредметных понятий (используются в нескольких предметных областях и позволяют связывать знания из

различных учебных предметов, учебных курсов (в том числе внеурочной деятельности), учебных модулей в целостную научную картину мира) и универсальных учебных действий (познавательные, коммуникативные, регулятивные);

- способность их использовать в учебной, познавательной и социальной практике;
- готовность к самостоятельному планированию и осуществлению учебной деятельности и организации учебного сотрудничества с педагогическими работниками и сверстниками, к участию в построении индивидуальной образовательной траектории;
- способность организовать и реализовать собственную познавательную деятельность;
- способность к совместной деятельности;
- овладение навыками работы с информацией: восприятие и создание информационных текстов в различных форматах, в том числе цифровых, с учетом назначения информации и ее целевой аудитории.

Овладение универсальными учебными познавательными действиями:

1) базовые логические действия:

- владеть базовыми логическими операциями:
 - сопоставления и сравнения,
 - группировки, систематизации и классификации,
 - анализа, синтеза, обобщения,
 - выделения главного;
- владеть приемами описания и рассуждения, в т.ч. — с помощью схем и знако-символических средств;
- выявлять и характеризовать существенные признаки объектов (явлений);
- устанавливать существенный признак классификации, основания
- для обобщения и сравнения, критерии проводимого анализа;
- с учетом предложенной задачи выявлять закономерности и противоречия в рассматриваемых фактах, данных и наблюдениях;
- предлагать критерии для выявления закономерностей и противоречий;
- выявлять дефициты информации, данных, необходимых для решения поставленной задачи;

- выявлять причинно-следственные связи при изучении явлений и процессов;
- делать выводы с использованием дедуктивных и индуктивных умозаключений, умозаключений по аналогии, формулировать гипотезы о взаимосвязях;
- самостоятельно выбирать способ решения учебной задачи (сравнивать несколько вариантов решения, выбирать наиболее подходящий с учетом самостоятельно выделенных критериев);

2) работа с информацией:

- применять различные методы, инструменты и запросы при поиске и отборе информации или данных из источников с учетом предложенной
- учебной задачи и заданных критериев;
- выбирать, анализировать, систематизировать и интерпретировать информацию различных видов и форм представления;
- находить сходные аргументы (подтверждающие или опровергающие одну и ту же идею, версию) в различных информационных источниках;
- самостоятельно выбирать оптимальную форму представления информации и иллюстрировать решаемые задачи несложными схемами, диаграммами, иной графикой и их комбинациями;
- оценивать надежность информации по критериям, предложенным педагогическим работником или сформулированным самостоятельно;
- эффективно запоминать и систематизировать информацию.

Овладение системой универсальных учебных познавательных действий обеспечивает сформированность когнитивных навыков у обучающихся.

Овладение универсальными учебными коммуникативными действиями:

1) общение:

- воспринимать и формулировать суждения, выражать эмоции в соответствии с целями и условиями общения;
- выражать себя (свою точку зрения) в устных и письменных текстах;
- распознавать невербальные средства общения, понимать значение социальных знаков, знать и распознавать предпосылки конфликтных ситуаций и смягчать конфликты, вести переговоры;
- понимать намерения других, проявлять уважительное отношение к собеседнику и в корректной форме формулировать свои возражения;

- в ходе диалога и (или) дискуссии задавать вопросы по существу обсуждаемой темы и высказывать идеи, нацеленные на решение задачи и поддержание благожелательности общения;
- сопоставлять свои суждения с суждениями других участников диалога, обнаруживать различие и сходство позиций;
- публично представлять результаты решения задачи, выполненного опыта (эксперимента, исследования, проекта);
- самостоятельно выбирать формат выступления с учетом задач презентации и особенностей аудитории и в соответствии с ним составлять устные и письменные тексты с использованием иллюстративных материалов;

2) совместная деятельность:

- понимать и использовать преимущества командной и индивидуальной работы при решении конкретной проблемы, обосновывать необходимость применения групповых форм взаимодействия при решении поставленной задачи;
- принимать цель совместной деятельности, коллективно строить действия по ее достижению: распределять роли, договариваться, обсуждать процесс и результат совместной работы;
- уметь обобщать мнения нескольких людей, проявлять готовность руководить, выполнять поручения, подчиняться;
- планировать организацию совместной работы, определять свою роль (с учетом предпочтений и возможностей всех участников взаимодействия), распределять задачи между членами команды, участвовать в групповых формах работы (обсуждения, обмен мнений, «мозговые штурмы» и иные);
- выполнять свою часть работы, достигать качественного результата по своему направлению и координировать свои действия с другими членами команды;
- оценивать качество своего вклада в общий продукт по критериям, самостоятельно сформулированным участниками взаимодействия;
- сравнивать результаты с исходной задачей и вклад каждого члена команды в достижение результатов, разделять сферу ответственности и проявлять готовность к предоставлению отчета перед группой.

Овладение системой универсальных учебных коммуникативных действий обеспечивает сформированность социальных навыков и эмоционального интеллекта обучающихся.

Овладение универсальными учебными регулятивными действиями:

1) *самоорганизация:*

- выявлять проблемы для решения в жизненных и учебных ситуациях;
- ориентироваться в различных подходах принятия решений (индивидуальное, принятие решения в группе, принятие решений группой);
- самостоятельно составлять алгоритм решения задачи (или его часть), выбирать способ решения учебной задачи с учетом имеющихся ресурсов и собственных возможностей, аргументировать предлагаемые варианты решений;
- составлять план действий (план реализации намеченного алгоритма решения), корректировать предложенный алгоритм с учетом получения новых знаний об изучаемом объекте;
- делать выбор и брать ответственность за решение;

2) *самоконтроль:*

- владеть способами самоконтроля, самомотивации и рефлексии;
- давать адекватную оценку ситуации и предлагать план ее изменения;
- учитывать контекст и предвидеть трудности, которые могут возникнуть при решении учебной задачи, адаптировать решение к меняющимся обстоятельствам;
- объяснять причины достижения (недостижения) результатов деятельности, давать оценку приобретенному опыту, уметь находить позитивное в произошедшей ситуации;
- вносить коррективы в деятельность на основе новых обстоятельств, изменившихся ситуаций, установленных ошибок, возникших трудностей;
- оценивать соответствие результата цели и условиям;

3) *эмоциональный интеллект:*

- различать, называть и управлять собственными эмоциями и эмоциями других;
- выявлять и анализировать причины эмоций;
- ставить себя на место другого человека, понимать мотивы и намерения другого;
- регулировать способ выражения эмоций;

4) *принятие себя и других:*

- осознанно относиться к другому человеку, его мнению;
- признавать свое право на ошибку и такое же право другого;
- принимать себя и других, не осуждая;
- открытость себе и другим;
- осознавать невозможность контролировать все вокруг.

Овладение системой универсальных учебных регулятивных действий обеспечивает формирование смысловых установок личности (внутренняя позиция личности) и жизненных навыков личности (управления собой, самодисциплины, устойчивого поведения).

ПРЕДМЕТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

После изучения курса учащиеся должны:

Знать (на уровне восприятия) 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 физ. 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 иллюстрированный 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

10 класс

Понятие о нанообъектах и наноматериалах.

Развитие нанотехнологии в России и других странах мира.

(2 часа)

Нанотехнология – основа техники будущего. Перспективы создания и использования материалов, систем и устройств со структурой в наномасштабе. Развитие нанотехнологии в России и других странах мира.

Экспериментальные методы - «глаза» и «пальцы»

нанотехнологии

(2 часа)

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

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

Фуллерены и нанотрубки

(2 часа)

История открытия фуллеренов. Строение и особенности электронной структуры. Углеродные нанотрубки. Фуллерены и 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.

Магнитные кластеры и магнитные наноструктуры

(2 часа)

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

Применение магнитных нанокластеров в медицине.

Наномембраны и вторичные структуры на их основе.

Нанопроволоки.

(2 часа)

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

Квантовые точки, полупроводниковые сверхрешетки

(2 часа)

Самосборка германиевых «пирамид». Квантовые компьютеры, кубиты.

Фотонные кристаллы - оптические сверхрешетки

(2 часа)

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.

Консолидированные наноструктуры

(1 час)

Наночастицы и кластеры металлов. Магические числа.

Нанотехнология в биологии и медицине

(2 часа)

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).

11 класс

Понятие о нанообъектах и наноматериалах.

Теория и компьютерное моделирование наноструктур

(2 часа)

Наноструктуры – объекты , 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».

Понятие о процессах самоорганизации и их роль (самосборка) в формировании наноструктур. Концепция Дрекслера): нанороботы и их самовоспроизводство.

Теория и компьютерное моделирование наноструктур.

Экспериментальные методы - «глаза» и «пальцы» нанотехнологии

(2 часа)

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

Фуллерены и нанотрубки

(2 часа)

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

(2 часа)

Суперпарамагнетизм. Явление тунеллирования 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.

Наномембраны и вторичные структуры на их основе.

Нанопроволоки.

(2 часа)

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

Квантовые точки, полупроводниковые сверхрешетки

(2 часа)

Полупроводниковые сверхрешетки - новый тип полупроводников.
Композиционные и легированные сверхрешетки , их использование.
Отрицательные электросопротивление.

Фотонные кристаллы - оптические сверхрешетки

(2 часа)

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.

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

Консолидированные наноструктуры

(1 час)

Понятие о фрактальной размерности. Металл-полимерные нанокомпозиты, наноструктурные твердые сплавы, наноструктурные защитные покрытия и пр.

Нанотехнология в биологии и медицине

(2 часа)

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.).

КАЛЕНДАРНО - ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

10 класс

Тема курса	№ур.	Тема урока	Дата
Понятие о нанообъектах и наноматериалах. Развитие нанотехнологии в России и других странах мира. (2 часа)	1/1	Что такое наноструктуры?	
	2/2	Развитие нанотехнологии в России и других странах мира.	
Экспериментальные методы-«глаза» и «пальцы» нанотехнологии (2 часа)	3/1	Сканирующий туннельный микроскоп.	
	4/2	Атомный силовой микроскоп	
Фуллерены и нанотрубки (2 часа)	5/1	История открытия фуллеренов	
	6/2	Фуллерены и углеродные нанотрубки - новая аллотропная форма углерода	
Магнитные кластеры и наноструктуры (2 часа)	7/1	Магнитные кластеры и запоминающие устройства	
	8/2	Применение магнитных нанокластеров в медицине	
Наномембраны и нанопроволоки (2 часа)	9/1	Получение наномембран	
	10/2	Использование наномембран	
Квантовые точки, полупроводниковые сверхрешетки (2 часа)	11/1	Самосборка германиевых «пирамид»	
	12/2	Квантовые компьютеры, кубиты	
Фотонные кристаллы -	13/1	Перспективы применения	

оптические сверхрешетки (2 часа)		фотонных кристаллов	
	14/2	История создания и исследования фотонных кристаллов	
Консолидированные наноструктуры (1 час)	15/1	Наночастицы и кластеры металлов	
Нанотехнология в биологии и медицине (2 часа)	16/1	Использование сканирующей микроскопии в биосистемах	
	17/2	Нанороботы в организме человека. Тканевая инженерия.	

11 класс

Тема курса	№ур.	Тема урока	Дата
Понятие о нанообъектах и наноматериалах. Теория и компьютерное моделирование наноструктур. (2 часа)	1/1	Особенности физических свойств наноструктур, связанные с их размерами. Концепция Дрекслера.	
	2/2	Теория и компьютерное моделирование наноструктур.	
Экспериментальные методы-«глаза» и «пальцы» нанотехнологии (2 часа)	3/1	Магнитный силовой микроскоп	
	4/2	Оптический и магнитный пинцеты	
Фуллерены и нанотрубки (2 часа)	5/1	Теоретическая прочность твердых тел и высокопрочных материалов	
	6/2	Применение нанотрубок в качестве весов и пр.	
Магнитные кластеры и наноструктуры (2 часа)	7/1	Суперпарамагнетизм.	
	8/2	Использование магнитных кластеров, изолированных внутри нанотрубок.	
Наномембраны и нанопроволоки	9/1	Получение и использование наномембран	

(2 часа)	10/2	Нанопроволоки на основе дрожжевых белков	
Квантовые точки, полупроводниковые сверхрешетки (2 часа)	11/1	Полупроводниковые сверхрешетки	
	12/2	Отрицательное электросопротивление	
Фотонные кристаллы - оптические сверхрешетки (2 часа)	13/1	Представление о дифракции на двух- и трехмерной фотонной структуре	
	14/2	Применение драгоценных камней в квант-оптических технологиях	
Консолидированные наноструктуры (1 час)	15/1	Понятие о фрактальной размерности	
Нанотехнология в биологии и медицине (2 часа)	16/1	Нанотехнология изготовления ДНК	
	17/2	Нанотехнология и окружающая среда	

Средства обучения

Слайды (диапозитивы).

Графические иллюстрации.

Сайты в Интернете, распечатки сайтов.

Научно-популярная литература.

Дидактические материалы.

Учебники по физике, химии, биологии.

Компьютерная обучающая программа «Открытая физика».

Литература

1. Наноструктурные покрытия и наноматериалы: Основы получения. Свойства. Области применения: Особенности современного наноструктурного направления в нанотехнологии / Н.А.Азаренков, В.М. Береснев, А.Д. Погребняк, Д.А. Колесников.- М.: КД Либроком, 2013.
2. Занимательные нанотехнологии / М.М. Алфимова.- М.: Бином.Лаборатория знаний, 2010.
3. Нанотехнологии и нанокристаллические материалы в промышленности / С.А. Гончаров, Н.Ю. Чернегов.-М.: МГГУ, 2009.
4. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии / А.И. Гусев.- М.: Физматлит, 2009.
5. Мир материалов и технологий. Нанотехнологии для микро- и оптоэлектроники / Д.М. Мартинес-Дуарт и др.- М.: Техносфера, 2009
6. Нанотехнологии и специальные материалы / Ю.П. Солнцев, Е.И.Пряхин, А.А. Вологжанина, А.П.Петкова.-СПб.: Химиздат, 2019
7. Материалы и методы нанотехнологии / В.В.старостин.- М.: Бином, 2016.

Интернет-ресурсы

<https://www.labyrinth.ru/series/55801/>

chromeextension://efaidnbmnnnibpcajpcgiclfndmkaj/https://nizrp.narod.ru/metod/kaforgchem/1.pdf

<https://innova-science.ru/?https://innova-science.ru/&yclid=9639632368564174847>

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

СВЕДЕНИЯ О СЕРТИФИКАТЕ ЭП

Сертификат 278015872020984066915621024906056358857500955721

Владелец Таратынов Александр Юрьевич

Действителен с 01.10.2025 по 01.10.2026