




Муниципальное бюджетное образовательное учреждение  
«Мальтинская средняя общеобразовательная школа»

«Рассмотрено»  
Руководитель ШМО  
 Л.Ю. Чанцева  
Протокол №\_6\_от  
31.05.2023 г.

«Согласовано»  
Заместитель директора по УР  
 В.В. Бархатова

«Утверждено»  
Директор школы  
 А.Г. Тютюнник  
Приказ № 153 от  
09.06.2023 г.



Рабочая программа «Нанотехнологии»  
9-11 классы  
68 часов

Разработана руководителем курса  
А.А. Данильченко

с. Мальта  
2023-2024 год

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

**Дополнительная общеразвивающая программа «Нанотехнологии» (далее Программа) является естественно-научной направленностью.** В ее основе лежат нормативные документы:

- Конституция РФ;
- Конвенция ООН о правах ребенка;
- Федеральный закон от 29 декабря 2012 года №273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Концепция развития дополнительного образования детей (утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 4 сентября 2014 г. № 1726-р);
- Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам (утвержден Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 9 ноября 2018 г. № 196);
- Письмо Министерства образования и науки Российской Федерации от 11.12.2006 г. № 06-1844 «О примерных требованиях к программам дополнительного образования детей»;
- Письмо министерства образования и науки РФ от 18 ноября 2015 г. №09-3242 «О направлении информации: методические рекомендации по Проектированию дополнительных общеразвивающих программ»;
- Письмо министерства образования и науки РФ от 29 марта 2016 г. №ВК- 641/09 «О направлении информации: методические рекомендации по реализации адаптированных дополнительных общеразвивающих программ»;
- Письмо министерства образования и науки РФ от 28 апреля 2017 г. №09-3242 «О направлении информации: методические рекомендации по организации независимой оценки качества дополнительных общеразвивающих программ»;
- Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 4 июля 2014 г. N 41 г. Москва «Об утверждении СанПиН 2.4.4.3172-14 «Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации режима работы образовательных организаций дополнительного образования детей»;
- Устав МБОУ «Мальтинская СОШ».

Элективный курс предназначен для учащихся 9-11-х классов. Курс опирается на знания, полученные учащимися при изучении физики, химии и биологии в основной школе, и рассчитан на два полугодия (68 часов, по 2 часа 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 века.

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.

**Уровень усвоения программы: базовый**

**Режим занятий:** 1 раз в неделю, продолжительность 2 академических часа

**Общее количество часов: 68**

**Формы организации образовательного процесса:**

Основная форма проведения занятий – групповая. Занятия по программе состоят из теоретической и практической частей. Теоретическая часть проходит в виде лекций. Практическая часть предусматривает выполнение заданий по изученным темам.

Возможные формы организации деятельности учащихся на занятии:

- индивидуальная
- групповая
- фронтальная
- индивидуально-групповая
- работа по подгруппам (по звеньям)

**Целью изучения данной программы является:**

получение основополагающих знаний об окружающем нас наноразмерном мире и ознакомление с современными достижениями нанотехнологий в различных областях науки и техники;

формирование представлений об основных аспектах нанотехнологий, формирование интереса к изучению практических приложений физики в процессе познавательной и творческой деятельности при проведении самостоятельных экспериментов и исследований.

**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.

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.

#### **Средства обучения**

- ✓ Графические иллюстрации.
- ✓ Сайты в Интернете, распечатки сайтов.
- ✓ Научно-популярная литература.
- ✓ Дидактические материалы.
- ✓ Учебники по физике, химии, биологии для старших классов средней школы.
- ✓ Лаборатория «Архимед»

### **УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН**

<b>№ урока</b>	<b>Наименование раздела, темы</b>	<b>Часы учебного времени</b>	<b>Практические занятия</b>	<b>Теория</b>
1	Понятие о нанообъектах и наноматериалах	6	3	3
2	Экспериментальные методы — «глаза» и «пальцы» нанотехнологии	8	4	4
3	Фуллерены и нанотрубки	8	4	4
4	Магнитные кластеры и магнитные наноструктуры	8	4	4
5	Наномембраны и вторичные структуры на их основе. Нанопроволоки	4	2	2
6	Квантовые точки, полупроводниковые сверхрешетки	6	3	3

7	Фотонные кристаллы — оптические сверхрешетки	8	4	4
8	Консолидированные наноструктуры	6	3	3
9	Нанотехнология в биологии и медицине	10	5	5
10	Теория и компьютерное моделирование наноструктур	2	1	1
11	Развитие нанотехнологии в России и других странах мира	2	-	2
		<b>68</b>	<b>33</b>	<b>35</b>

## Содержание программы учебного курса (68 часов)

### Понятие о нанобъектах и наноматериалах (6 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). 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 (8 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 нанобъектов. 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 (8 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.

#### Магнитные кластеры и магнитные наноструктуры (8 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 (4 ч)**

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

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

#### **Квантовые точки, полупроводниковые сверхрешетки (6 ч)**

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

#### **Фотонные кристаллы — оптические сверхрешетки (8 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 (6 ч)**

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

#### **Нанотехнология в биологии и медицине (10 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 (2 ч)**

Теория и компьютерное моделирование наноструктур

#### **Развитие нанотехнологии в России и других странах мира (2 ч)**

Развитие нанотехнологии в России и других странах мира

## КАЛЕНДАРНО-ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

### 10-11 КЛАСС

№ п/п	№ урок а в теме	Тема урока	Дата	Примечание
<b>Понятие о нанобъектах и наноматериалах (6 часов)</b>				
1	1	Наноструктуры — объекты, промежуточные между молекулами и макроскопическими телами		
2	2	Особенности физических свойств наноструктур		
3	3	Проявления квантовых эффектов		
4	4	Нанотехнология — основа техники будущего		
5	5	Понятие о процессах самоорганизации и их роль (самосборка) в формировании наноструктур		
6	6	Концепция Дрекслера: нанороботы и их самовоспроизводство.		
<b>Экспериментальные методы — «глаза» и «пальцы» нанотехнологии (8 часов)</b>				
7	1	Туннельный эффект и принцип работы сканирующего туннельного микроскопа		
8	2	Атомный силовой микроскоп (АСМ)		
9	3	Определение методом АСМ структуры природных и искусственных нанобъектов		
10	4	Манипулирование с помощью АСМ отдельными атомами		
11	5	Магнитный силовой микроскоп и его возможности		
12	6	Магнитный силовой микроскоп и его возможности		
13	7	Оптический микроскоп ближнего поля, преодоление дифракционного предела		
14	8	Оптический и магнитный пинцеты		
<b>Фуллерены и нанотрубки (8 часов)</b>				

15	1	История открытия фуллеренов		
16	2	Строение и особенности электронной структуры		
17	3	Углеродные нанотрубки		
18	4	Фуллерены и углеродные нанотрубки — новая аллотропная форма углерода		
19	5	Методы получения углеродных нанотрубок		
20	6	Использование углеродных нанотрубок в нанoeлектронике		
21	7	Прочность углеродных нанотрубок		
22	8	Многослойные нанотрубки		
<b>Магнитные кластеры и магнитные наноструктуры (8 часов)</b>				
23	1	Магнитные кластеры на основе железа и марганца, особенности их магнитных свойств		
24	2	Магнитные кластеры и запоминающие устройства с высокой плотностью записи информации		
25	3	Суперпарамагнетизм		
26	4	Явление туннелирования магнитного момента в ферромагнитных наночастицах		
27	5	Наноматериалы с эффектом гигантского магнитного сопротивления		
28	6	Использование магнитных кластеров, изолированных внутри нанотрубок		
29	7	Применение магнитных нанокластеров в медицине		
30	8	Обобщение по теме: «Магнитные кластеры и магнитные наноструктуры»		
<b>Наномембраны и вторичные структуры на их основе. Нанопроволоки (4 часов)</b>				
31	1	Использование ускоренных ионов для получения трековых полимерных наномембран; применения наномембран		
32	2	Получение с помощью электроволн вторичных структур — нанопроволок		
33	3	Магнитное сопротивление в нанопроволоках и наномостиках		
34	4	Нанопроволоки (нанонити) на основе		



		дрожжевых белков.		
<b>Квантовые точки, полупроводниковые сверхрешетки (6 часов)</b>				
35	1	Самосборка германиевых «пирамид»		
36	2	Квантовые компьютеры		
37	3	Полупроводниковые сверхрешетки — новый тип полупроводников		
38	4	Композиционные и легированные сверхрешетки, их использование		
39	5	Композиционные и легированные сверхрешетки, их использование.		
40	6	Отрицательное электросопротивление		
<b>Фотонные кристаллы — оптические сверхрешетки (8 часов)</b>				
41	1	Дифракционная решетка как одномерная фотонная структура		
42	2	Качественное представление о дифракции на двумерной и трехмерной фотонной структуре		
43	3	«Зонная теория» для фотонов: фотонные проводники, изоляторы, полупроводники и сверхпроводники.		
44	4	Перспективы применения фотонных кристаллов для построения лазеров нового типа		
45	5	Перспективы применения фотонных кристаллов для построения лазеров нового типа		
46	6	История создания и исследования фотонных кристаллов		
47	7	Кластерная сверхрешетка опала		
48	8	Применение драгоценных камней в квантовых оптических технологиях XX—XXI вв.		
<b>Консолидированные наноструктуры (6 часов)</b>				
49	1	Наночастицы и кластеры металлов		
50	2	Магические числа		
51	3	Понятие о фрактальной размерности		
52	4	Металл-полимерные нанокомпозиты		
53	5	Наноструктурные твердые сплавы		
54	6	Наноструктурные твердые сплавы		
<b>Нанотехнология в биологии и медицине (10 часов)</b>				

55	1	Нанотехнология в биологии		
56	2	Нанотехнология в медицине		
57	3	Использование сканирующей микроскопии для исследования микроскопических структур и процессов в биологических системах		
58	4	Нанороботы в организме человека		
59	5	Наноактюаторы (наномоторы), использующие биологические наноструктуры		
60	6	Тканевая инженерия (создание биологических тканей)		
61	7	Тканевая инженерия (создание биологических тканей)		
62	8	Нанотехнология изготовления ДНК-чипов и расшифровка геномов человека и растений		
63	9	Нанотехнология и охрана окружающей среды		
64	10	Обобщение по теме: «Нанотехнология в биологии и медицине»		
<b>Теория и компьютерное моделирование наноструктур (2 часа)</b>				
65	1	Теория и компьютерное моделирование наноструктур		
66	2	Теория и компьютерное моделирование наноструктур		
<b>Развитие нанотехнологии в России и других странах мира (2 часа)</b>				
67	1	Развитие нанотехнологии в России		
68	2	Развитие нанотехнологии в России и других странах мира		

## **ТРЕБОВАНИЯ К УРОВНЮ ПОДГОТОВКИ УЧАЩИХСЯ**

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 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.

**Для достижения поставленной цели планируется достижение личностных, метапредметных (познавательных, регулятивных, коммуникативных) и предметных результатов.**

**Личностные:**

формирование профессионального самоопределения, знакомство с миром профессий, связанных с применением нанотехнологий в промышленности;

формирование умения работать в команде;

развитие внимательности, настойчивости, целеустремленности, умения преодолевать трудности;

формирование навыков анализа и самоанализа.

**Предметные:**

формирование понятия о нанотехнологиях;

формирование умений работы с основными понятиями нанонауки.

**Метапредметные:**

освоение способов решения проблем творческого характера в жизненных ситуациях;

формирование умений ставить цель — создание творческой работы, планирование достижения этой цели, создание вспомогательных эскизов в процессе работы;

использование средств информационных и коммуникационных технологий для решения коммуникативных, познавательных и творческих задач,

формирование культуры использования нанотехнологий в жизни;

формирование умения аргументировать свою точку зрения на выбор способов решения поставленной задачи.

## **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Врублевский Э., Киреев В., Недзвецкий В., Сосновцев В. Нанотехнология – путь в будущее или бренд для финансирования. – Нано- и микросистемная техника, 2007, № 12, с. 6–20.
2. Нанотехнологии в электронике. / Под ред. Ю.А. Чаплыгина – М.: Техносфера, 2005. – 448 с.
3. Некрасов Б.В. Курс общей химии. – М.: Госхимиздат, 1962. – 976 с.
4. Неволин В. Зондовые нанотехнологии в электронике. – М.: Техносфера, 2005. – 152 с.
5. Носов Ю., Сметанов А. На пути в наноэлектронику: Исторические параллели и сопоставления. – ЭЛЕКТРОНИКА: Наука, Технология, Бизнес, 2007, № 5, с. 11–16.