

Муниципальное общеобразовательное учреждение
«Средняя школа №1 городского округа

Директор МАОУ «Средняя школа п. Кулотино»



Утверждаю:

О.В. Логинова

Приказ № 155 от
15 сентября 2021

Общеобразовательная программа дополнительного образования

«Основы нанотехнологий»

Естественнонаучной направленности

Для детей в возрасте 15 - 17 лет

Срок реализации программы 34 часа (1 год)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Существенная роль в изучении закономерностей развития природы и взаимодействия с ней человеческой цивилизации принадлежит естественным наукам. Особенно велика эта роль в нынешний век научного и технологического прогресса. Нанотехнологии, включающие в себя самые новые достижения физики, химии и биологии, – без сомнения в настоящее время самое инновационное направление развития науки и техники. Согласно указу Президента Российской Федерации от 7 июля 2011 г. N 899 «Об утверждении приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в Российской Федерации и перечня критических технологий Российской Федерации» особое внимание уделяется направлениям, тесно связанным с развитием нанотехнологической отрасли. Новые технологически ориентированные отрасли промышленности требуют не только достаточно квалифицированных служащих из числа выпускников, но и грамотных потребителей современной продукции. Современные выпускники недостаточно готовы к жизни в нанотехнологичном обществе. Ведь в образовательных стандартах, учебниках, программах по химии, физике, биологии, математике нет разделов, посвященных нанотехнологиям. Важным аспектом образовательной и воспитательной деятельности образовательных учреждений различных уровней в РФ является развитие творческих способностей воспитанников, приобщение их к исследовательской работе и, в конечном результате, воспитание активной творческой личности.

Таким образом, актуальность данной программы состоит в следующем:

- программа дополнительного образования «Нанотехнологии» устранить информационный пробел в знаниях обучающихся, сформировать более высокий уровень естественнонаучной грамотности;
- помогает формировать у обучающихся навыки научно-исследовательской деятельности;
- проводит профориентационную работу в приоритетном для РФ направлении.

В данной программе реализован личностно-ориентированный и системно-деятельностный подход. Используются такие технологии как: ИКТ, интерактивные технологии, метод проектов, осуществляется дистанционное обучение: учащиеся становятся слушателями бесплатного онлайн-курса для студентов и школьников «Введение в нанотехнологии» сайта «e-nano».

Курс учитывает межпредметные связи с химией, биологией, информатикой и предполагает такие **формы работы**, как урок-практикум, лекция, семинар, экскурсия, зачёт в виде защиты проектных и исследовательских работ. Программа предполагает широкое использование ЭОР, ЦОР, например, материалов нанотехнологического сообщества «НАНОМЕТР», медиатеки «Школьной Лиги РОСНАНО». Применяются такие **формы контроля**, как устный опрос (текущий контроль) и зачет в виде защиты проекта (итоговый контроль). После изучения каждого раздела обучающиеся заполняют «Индивидуальную карту развития» с целью формирования навыков самооценки, самоконтроля и систематизирующую таблицу по изученному материалу. Реализация программы эффективна при сочетании групповых и индивидуальных форм занятий.

На занятиях используются следующие **методы обучения**: объяснительный, иллюстративный, демонстрационный, поисковый, исследовательский, проектный.

В целом, программа может стать эффективным инструментом формирования целостной картины мира, метапредметных УУД, так как в основе всех нанотехнологических разработок лежат фундаментальные научные исследования в области различных дисциплин.

Отличительной особенностью программы курса «Нанотехнологии» можно считать следующее:

- возможность дистанционного обучения, благодаря использованию материалов онлайн-курса;
- возможность виртуального присутствия обучающихся в лабораториях ИНЭП ЮФУ, благодаря применению современных информационных технологий;
- стимулирование учебно-исследовательской и проектной деятельности школьников через применение авторских приемов работы с обучающимися;
- преобладание творческих форм работы, благодаря ведущей роли проектной и исследовательской деятельности и обучению в сотрудничестве;
- включение элементов занимательности в сочетании с научностью, создающее положительную мотивацию к освоению материала;
- применение авторских приемов работы с текстами технического содержания с целью формирования навыков смыслового чтения;
- применение карт индивидуального развития обучающимися с целью формирования навыков самоконтроля, самооценки и самоорганизации старшеклассников;
- создание базы для ориентации обучающихся в мире современных профессий;
- обеспечивает непрерывность профессионального образования «школа-ВУЗ».

ЦЕЛИ КУРСА

- формирование целостной естественнонаучной картины мира с учетом достижений науки и техники в области нанотехнологий;
- углубление знаний основного курса физики и повышение интереса к его изучению;
- формирование умения коллективно решать поставленные задачи;
- формирование личностных и метапредметных УУД;
- пробуждение интереса у обучающихся к исследовательской деятельности и инженерной работе в области нанотехнологий.

ЗАДАЧИ КУРСА

- создать условия для развития познавательного интереса, интеллектуальных и творческих способностей учащихся в процессе самостоятельного приобретения знаний с использованием различных источников информации;

- формировать общее представление о том, что такое нанотехнологии как отрасль науки и производства, и её потенциале для решения многих проблем человечества с помощью высокоэффективных материалов, компонентов и систем;
- показать междисциплинарный характер нанотехнологии как нового направления науки;
- познакомить учащихся с основными направлениями и методами исследований в области нанотехнологий, а, также с достижениями и перспективами развития нанотехнологий;
- формировать навыки научно-исследовательской деятельности;
- развивать умение обучающихся самостоятельно работать с научными текстами, используя навыки смыслового чтения;
- воспитывать чувство ответственности за собственные действия;
- формировать навыки самодисциплины и самоконтроля в ходе проведения исследований и создания различных проектов;
- развивать умение коллективно решать поставленные задачи;
- обучить принципам работы со сканирующим зондовым микроскопом NanoEducator;
- формировать знания о фундаментальных принципах и физических эффектах, лежащих в основе применения нанотехнологий.

МЕСТО КУРСА «НАНОТЕХНОЛОГИИ» В УЧЕБНОМ ПЛАНЕ

Прикладной элективный курс «Нанотехнологии» знакомит учащихся с важнейшими путями и методами применения знаний на практике, развивает интерес к современной технике и производству в области нанотехнологий, способствует профессиональному самоопределению обучающихся. Данный курс дополняет углубленный курс физики в 10-11 классе, способствуя формированию целостной картины мира на разных уровнях размерности физических систем.

Метапредметность курса позволяет с единых позиций рассматривать различные процессы и явления, опираясь на знания физики, химии, биологии, математики, информатики, что способствует формированию общего научного мировоззрения. Курс будет полезен для учащихся всех профилей обучения. Для гуманитарного направления можно усилить описательную составляющую курса, для биолого-химических классов сделать дополнительные акценты на химическом и биологическом аспектах курсах.

Контроль реализации программы осуществляется в форме защиты обучающимися проектных и исследовательских работ (итоговый контроль).

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ КУРСА «НАНОТЕХНОЛОГИИ»

**В результате реализации данной программы обучающийся должен
знать/понимать:**

- физические основы нанотехнологий: масштабы наномира, основные представления квантовой механики, основные типы наноструктур;
- методы получения и исследования наноструктур;
- уникальные свойства наноструктур;
- применение наноразмерных систем в электронике;
- роль нанотехнологий в биологии, химии, технологии, медицине и других науках;
- необходимость исследований, проводимых учёными в области нанотехнологий;
- ближайшие перспективы нанотехнологий и их роль в нашей жизни.

уметь:

- организовывать поиск, анализ, отбор, преобразование, систематизацию, оценку и передачу необходимой информации, используя различные источники;
- использовать навыки смыслового чтения для работы с научными текстами;
- владеть принципами работы со сканирующим зондовым микроскопом NanoEducator;
- решать учебные и самообразовательные проблемы;
- оформлять, представлять и защищать результаты своих исследований;
- сотрудничать и работать в команде;
- применять знания, полученные в ходе изучения курса, на уроках физики, химии и биологии, информатики и др. для объяснения происходящих вокруг процессов и явлений на уровне наномира.

Важно, что при организации учебного процесса учитель может варьировать виды и формы занятий, придерживаясь содержания, объёма и порядка изучения материала.

СОДЕРЖАНИЕ КУРСА «НАНОТЕХНОЛОГИИ».

I. Введение (1 час).

1. История значимых событий в развитии нанотехнологий.
2. Положение нанообъектов на шкале размеров.
3. Ричард Фейнман – пророк нанотехнологической революции.

II. Нанотехнологии вокруг нас (4 часа).

1. Нанокomпьютеры и нанороботы.
2. Космический лифт.
3. Нанопорошки и нанопокpытия. Литография. Рисунки в нанотехнологиях.
4. Междисциплинарные аспекты нанотехнологий.

III. Наночастицы и наноструктуры (4 часа).

1. Классификация наноструктур.
2. Наночастицы и нанокластеры.
3. Роль поверхностных атомов.
4. Магические числа.
5. Углеродные наноструктуры. Углеродные нанотрубки-материал будущего.
6. Нанокomпозиты, нанопористые и нанофазные материалы.

IV. Методы получения и исследования наноструктур (6 часов).

1. Общие характеристики физических методов.
2. Пути создания нанообъектов: технологии «сверху - вниз» и «снизу-вверх».
3. Самоорганизация и самосборка в нанотехнологиях.
4. Электронная микроскопия.
5. Прозондируем наномир. Сканирующая туннельная микроскопия.
6. Атомно-силовая микроскопия.

V. Квантовая физика и наноструктуры (5 часов).

1. Электромагнитные волны.
2. Квантовые свойства излучения фотоны.

3. Гипотеза де Бройля.
4. Соотношения неопределённостей.
5. Квантовые представления об атоме.
6. Кристаллы и энергетические зоны.
7. Потенциальные яма и барьер.
8. Туннельный эффект.
9. Квантовые ямы, точки, проволоки.

VI. Уникальные свойства наноструктур (5 часов).

1. Число «ближайших соседей» в наночастице.
2. Механическая прочность нанотрубок.
3. Температура плавления наночастиц.
4. Электросопротивление наноструктур.
5. Магнетизм наноструктур.
6. Цвет наночастиц.
7. Сверхнизкие температуры и нанообъекты.

VII. Нанозлектроника (3 часа).

1. Нанозлектроника и тенденции ее развития.
2. Одноэлектронное туннелирование.
3. Резонансное туннелирование.
4. Спинтроника.
5. Сверхпроводниковая электроника.
6. Нанокomпьютеры и квантовые компьютеры.
7. Нанотехнологии в оптоэлектронике.

VIII. Нанобиотехнологии (4 часа).

5. Нанотехнологии в природе.
6. Гекконы, мидии и суперклеи.
7. Биокomпьютеры.
8. Нанобиореакторы.
9. Нанокapsулы.
10. Проблема безопасности наноматериалов и нанотехнологий.

IX. Ближайшие перспективы нанотехнологий (1 час).

X. Защита проектов (1 час).

С ОПРЕДЕЛЕНИЕМ ОСНОВНЫХ ВИДОВ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

№	Дата		Тема	Основное содержание	Характеристика основных видов деятельности обучающегося
	по плану	изменения			
Введение (1 час)					
1.			Введение в нанотехнологии	История значимых событий в развитии нанотехнологий. Положение нанообъектов на шкале размеров. Ричард Фейнман – пророк нанотехнологической революции.	Знакомятся с основными понятиями в области нанотехнологий. Узнают о порядке размеров нанообъектов. Рассматривают причины развития нанотехнологий, три этапа НТР. Приводят примеры значимых событий в развитии нанотехнологий.
Нанотехнологии вокруг нас (4 часа)					
2.			Нанокomпьютеры и нанороботы.	Эрик Дрекслер и его книга «Машины созидания». Использование компьютеров для моделирования наноматериалов и наноустройств в виде объемных компьютерных моделей.	Знакомятся, на основе каких материалов в настоящее время ведется разработка памяти и процесса вычислений нанокomпьютеров. Получают представление об устройстве и работе полупроводникового транзистора, используе-

					<p>мого в качестве элемента памяти современного компьютера.</p> <p>Выясняют отличие ассемблеров и дизассемблеров.</p>
3.			<p>Нанопорошки и нанопокрyтия. Литография. Рисунки в нанотехнологиях.</p>	<p>Нанопорошки и нанопокрyтия. Литография. Рисунки в нанотехнологиях. Что такое туннельный микроскоп</p>	<p>Приводят примеры применения нанопорошков и нанопокрyтий в быту, технике. Описывают процесс создания рисунков в нанотехнологиях.</p>
4.			<p>Космический лифт.</p>	<p>Космический лифт.</p>	<p>Знакомятся с идеями, выдвинутыми К.Э. Циолковским для освоения космического пространства.</p> <p>Выдвигают гипотезы для решения технических проблем, возникающих при создании космического лифта и выполнять необходимые для решения этих проблем расчеты, используя известные законы физики.</p>
5.			<p>Междисциплинарные аспекты нанотехнологий.</p>	<p>Нанотехнологии в быту и в военном деле.</p>	<p>Приводят примеры использования нанотехнологий при создании военной техники, умной</p>

					<p>одежды.</p> <p>Приводят примеры наиболее эффективного использования нанотехнологий в быту.</p> <p>Узнают, на каких физических принципах основан эффект «невидимости» самолетов.</p> <p>Выдвигают и обосновывают гипотезы о возможностях применения нанотехнологиях в различных отраслях науки и техники, в быту.</p>
Наночастицы и наноструктуры (4 часа)					
6.			Классификация наноструктур.	Классификация наноструктур.	<p>Получают представление о классификации наноструктур.</p> <p>Знакомятся с основной отличительной особенностью наноматериалов от традиционных материалов.</p> <p>Приводят примеры изготовления и применения наноматериалов в прошедших столетиях.</p> <p>Выясняют, что понимают под нанокompозитным (нанопористым) материалом и приводят</p>

					<p>примеры таких материалов, указывая области их применения.</p> <p>Осуществляют в интернете поиск информации.</p>
7.			<p>Наночастицы и нанокластеры. Роль поверхностных атомов. Магические числа.</p>	<p>Наночастицы и нанокластеры. Роль поверхностных атомов. Магические числа.</p>	<p>Знакомятся с понятиями: наночастицы и нанокластеры.</p> <p>Выясняют роль поверхностных атомов. Магические числа.</p>
8.			<p>Углеродные наноструктуры.</p>	<p>Особая роль углерода в наном мире. Графен – слой графита. Фуллерены – нанополлики из углерода. Фуллерен C60. Углеродные нанотрубки – трубки из графена. Свойства и применение нанотрубок. Способы получения фуллеренов и углеродных нанотрубок. Что такое туннельный микроскоп.</p>	<p>Знакомятся с особенностями углеродных наноструктур, основами туннельной микроскопии, свойствами, способами выращивания и применением нанотрубок.</p>
9.			<p>Наноконпозиты, нанопористые и нанопазные материалы.</p>	<p>Нанопроволоки. Композиты.</p>	<p>Знакомятся с понятиями: Наноконпозиты, нанопористые и нанопазные материалы и способами их получения.</p>
Методы получения и исследования наноструктур (6 часов)					
10			<p>Общие характеристики физических методов.</p>	<p>Можно ли увидеть молекулы в оптический микроскоп? Первый нанотехнолог Левша и его «мелкоскоп».</p>	<p>Получают знания об общих характеристиках физических методов.</p>
11			<p>Пути создания нанобъектов.</p>	<p>Технологии «сверху - вниз» и «снизу-вверх».</p>	<p>Выясняют суть технологий создания нанобъектов: технологии «сверху - вниз» и «снизу-вверх».</p>

12			Самоорганизация и самосборка в нанотехнологиях.	Самоорганизация и самосборка в нанотехнологиях.	Изучают принципы, технологии и методики создания трехмерно упорядоченных структур из нанообъектов.
13			Электронная микроскопия	Сканирующий электронный микроскоп. Что такое туннельный микроскоп.	Получают навыки работы с растровым электронным микроскопом.
14			Сканирующая туннельная микроскопия.	Что такое туннельный микроскоп.	Знакомятся с возможностями СЗМ «NanoEducator»
15			Атомно-силовая микроскопия.	Как атомно-силовая микроскопия чувствует прикосновение атомов	Знакомятся с принципом работы атомно-силового микроскопии и технологией напыления пленок.
Квантовая физика и наноструктуры (5 часов)					
16.			Электромагнитные волны. Квантовые свойства излучения фотоны. Гипотеза де Бройля.	Электромагнитные волны. Квантовые свойства излучения и волновые свойства частиц. Гипотеза де Бройля.	Используют знания курса физики для изучения наноструктур. Знакомятся с принципами получения фиксированного ионного пучка.
17.			Соотношения неопределённости.	Соотношения неопределённости.	
18.			Квантовые представления об атоме.	Квантовые представления об атоме.	
19.			Кристаллы и энергетические зоны.	Энергетические зоны кристаллов.	

20.			Потенциальные яма и барьер. Квантовые ямы, нити, точки. Туннельный эффект.	Ямы, барьеры, туннели, ящики и нити – квантовые явления и структуры.	Получают представление о понятиях: ямы, барьеры, туннели, ящики и нити – квантовые явления и структуры.
Уникальные свойства наноструктур (5 часов)					
21.			Число «ближайших соседей» в наночастице. Механическая прочность нанотрубок. Температура плавления наночастиц.	Изменение механических, тепловых, электромагнитных и оптических характеристик в наном мире. Применение высокого предела прочности наноструктур. Низкая температура плавления и высокая прочность, возникающие благодаря большой доле поверхностных атомов, изменению энергетического спектра их электронов. Что такое туннельный микроскоп.	Используют знания физики для работы с жидким азотом. Исследуют механическую прочность нанотрубок и выясняют температуру плавления наночастиц.
22.					
23.			Электросопротивление наноструктур.	Причины малого электросопротивления наноструктур.	Выясняют причины малого электросопротивления наноструктур.
24.			Магнетизм наноструктур.	Магнетизм наноструктур.	Выясняют причины магнетизма наноструктур.
25.			Цвет наночастиц. Сверхнизкие температуры и нанобъекты.	Какого цвета наночастицы? Предельная температура существования нанобъектов.	Получают представление о цвете и предельной температуре существования нанобъектов.
Наноэлектроника (3 часа)					
26.			Наноэлектроника и тенденции ее развития.	Наноэлектромеханические системы (НЭМС). Создание чрезвычайно чувствительных измерительных устройств. Как природа помогает нанотехнологам создавать (НЭМС). Наноавтомобиль – первая движущаяся управляемая наносистема.	Знакомятся с основами наноэлектроники на примере наноавтомобиля. Создают модель наноавтомобиля.

27.			Туннелирование. Спинтроника. Сверхпроводниковая электроника.	Одноэлектронное и резонансное туннелирование. Закон Мура. Спинтроника – вычислительные процессы на вращающихся электронах. Применение сверхпроводников в электронике. Резонансно -туннельные транзисторы. Транзистор на квантовых точках. Спиновый транзистор.	Получают представление о видах туннелирования, сути и применении закон Мура. Знакомятся с понятием: спинтроника . Выясняют возможности применения сверхпроводников в электронике.
28.			Нанокomпьютеры и квантовые компьютеры. Нанотехнологии в оптоэлектронике.	Нанокomпьютеры и квантовые компьютеры. Нанотехнологии в оптоэлектронике. Нанотрубки в электронике. Одноэлектронный выключатель и транзистор. Энергосбережение в нанoeлектронике. Нанокomпьютеры и квантовые компьютеры. Новые материалы для создания запоминающих устройств.	Знакомятся с принципом действия нанокomпьютеров и квантовых компьютеров, применением нанотехнологий в оптоэлектронике. Выясняют принципы создания микрочипов.
Нанобиотехнологии (3 часа)					
29.			Нанотехнологии в природе.	«Эффект лотоса» и его применение в быту и технике.	Выясняют причину самоочистки листа лотоса и приводят примеры применения эффекта лотоса.
30.			Гекконы, мидии и суперклеи.	Нановолокна. Применение нового материала «гекель» в разных областях человеческой деятельности.	Выясняют возможности применения нового материала «гекель» в разных областях человеческой деятельности.

31.			Биокомпьютеры. Нанобиореакторы. Нанокапсулы. Проблема безопасности наноматериалов и нанотехнологий.	Нанобиороботы, нанобиореакторы и биокомпьютеры в медицине. Двоичная система счисления и изменение цвета бактерий с зеленого на красный (или наоборот) при изменении генетического кода. Использование программируемых бактерий в медицине для прогнозирования болезней. Нанобиореактор и революция в микроэлектронике. Создание нанолечарств. Наноматериалы и нанотехнологии и их безопасность.	Узнают, какие функции могут выполнять нанороботы в медицине и оценивают реальность таких возможностей. Оценивают безопасность наноматериалов и нанотехнологий для человека и биоорганизмов.
Ближайшие перспективы нанотехнологий (1 час)					
32.			Ближайшие перспективы нанотехнологий	Нанотехнологии – универсальное средство производства продуктов потребительского и промышленного назначения. Социально-экономические последствия НТР.	Выявляют ближайшие перспективы развития нанотехнологий в РФ и в мире.
Защита проектов (1 час)					
33.			Защита проектов	Презентация проектов и исследовательских работ учащихся, обсуждение, дискуссии.	Представляют результаты проектных и исследовательских работ.

Учебно-методическое обеспечение программы

1. Алфимова М. М. Занимательные нанотехнологии / М. М. Алфимова. – М.: БИНОМ, 2011.
 2. Белая книга по нанотехнологиям / под ред. В. И. Аржанцева и др. – М.: Изд-во ЛКИ, 2008.
 3. Богданов К. Ю. Что могут нанотехнологии / К. Ю. Богданов. – М., Просвещение, 2009.
 4. Зубков Ю.Н., Кадочкин А.С., Козлов Д.В., Нагорнов Ю.С, Новиков С.Г., Светухин В.В., Семенцов Д.И. Введение в нанотехнологии. Модуль «Физика». Учебное пособие для учащихся 10–11 классов средних общеобразовательных учреждений. – СПб: Образовательный центр «Участие», Образовательные проекты, 2012. (Серия «Наношкола»).
 5. Рыбалкина М. Нанотехнологии для всех. Большое в малом / Мария Рыбалкина. – Nanonews.net.ru, 2005.
- Сыч В.Ф., Дрожжина Е.П., Санжапова А.Ф. Введение в нанобиологию и нанобиотехнологии. – Учебное пособие для учащихся 10-11 классов средних общеобразовательных учреждений.