

**Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение -
средняя общеобразовательная школа № 21**

«Согласовано»
зам. директора

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'В.С. Мельник', with a stylized flourish at the end.

Мельник В.С.
29.08.2025 г.

Рабочая программа учебного курса
«Введение в нанотехнологии»
среднего общего образования
(для 10 классов)

г. Екатеринбург 2025 год

Пояснительная записка

Сфера нанотехнологий считается во всем мире ключевой темой для технологий XXI века. Возможности их разностороннего применения в таких областях экономики, как производство полупроводников, медицина, сенсорная техника, экология, автомобилестроение, строительные материалы, биотехнологии, химия, авиация и космонавтика, машиностроение и текстильная промышленность, несут в себе огромный потенциал роста. Применение продукции нанотехнологий позволит сэкономить на сырье и потреблении энергии, сократить выбросы в атмосферу и будет способствовать тем самым устойчивому развитию экономики. С одной стороны, нанотехнологии уже нашли сферы применения, с другой – они остаются для большинства населения областью научной фантастики. В будущем значение нанотехнологий будет только расти. В специализированной области это будет пробуждать интерес, стимулировать проведение исследовательских и опытно-конструкторских работ, а также работ по нахождению новых областей применения нанотехнологий. Необходимым условием развития данного процесса является усиленное внедрение основ науки о нанотехнологиях в образовательные программы в школах и вузах. Это поможет сократить сохраняющийся дефицит молодых специалистов в этой области.

Цель курса:

- сформировать представление обучающихся о новой отрасли знаний – нанотехнологиях.

Задачи курса:

- расширение представлений школьников о физической картине мира на примере знакомства со свойствами нанообъектов;
- реализация межпредметных связей, т.к. для развития нанотехнологий требуются знания физики, биологии, химии и других наук;
- приобретение знаний об истории возникновения нанотехнологий, о методиках, используемых при создании нанообъектов, об уникальных свойствах наноматериалов, об их применении и перспективах развития этой отрасли науки;
- развитие способностей самостоятельно приобретать знания, используя при этом ИКТ.

Курс предусматривает проведение исследовательской работы, проведение презентаций, докладов.

Программа реализуется 1 час в неделю, т.е. 34 часа в учебный год.

Содержание обучения

Введение (2 часа)

Положение нанообъектов на шкале размеров. Ричард Фейнман – пророк нанотехнологической революции. Почему освоение наномира может быть так полезно для человечества? Эрик Дрекслер и его книга «Машины созидания». Нанороботы. Нанотехнологии внутри и снаружи нас. Нанотехнологии – область знаний, где объединяются усилия физиков, химиков, биологов, врачей, инженеров – электроников, математиков и специалистов самых разных специальностей для очередного прорыва на пути человечества к прогрессу.

Инструменты и методы наномира (6 часов)

Пути создания нанообъектов: «снизу-вверх» или «сверху-вниз». Можно ли увидеть молекулы в микроскоп? Сканирующий электронный микроскоп. Как атомно-силовая микроскопия чувствует прикосновение атомов. Что такое туннельный микроскоп. Лазерный пинцет – инструмент для передвижения нанообъектов.

Наноматериалы (4 часа)

Особая роль углерода в наномире. Графен – слой графита. Фуллерены – нанополлики из углерода. Углеродные нанотрубки – трубки из графена. Нанопроволоки. Дендримеры – капсулы наноразмеров. Самоорганизация нанообъектов и её использование при создании наноматериалов. Моделирование наноструктур.

Уникальные свойства наноструктур (5 часов)

В наномире изменяются механические, тепловые, электромагнитные и оптические характеристики. Большая доля поверхностных атомов, изменение энергетического спектра электронов у наноструктур определяет их низкую температуру плавления, высокий предел прочности, малое электросопротивление и другие уникальные свойства нанопроволок и нанотрубок. Почему температура плавления металлических нанообъектов уменьшается на сотни градусов. Квантовые явления в наномире. Почему электрическое сопротивление нанотрубки не зависит от её длины. Квантовые точки – искусственные атомы наномира. Зависимость цвета в наномире от размера объектов.

Квантовая физика и наноструктуры (6 часов)

Электромагнитные волны. Квантовые свойства излучения и волновые свойства частиц. Квантовые представления об атоме. Энергетические зоны кристаллов. Ямы, барьеры, туннели, ящики и нити – квантовые явления и структуры. Генная инженерия. Использование ДНК для синтеза лекарств. Трансгенные животные и растения. Генномодифицированные продукты: за и против. Нанотехнологии против вирусов и бактерий. Адресная доставка лекарств, упакованных в нанокapsулы, больным клеткам. Нанотехнологии в борьбе с раковыми заболеваниями. Нанотехнологии в диагностике. Возможные риски использования наноматериалов.

Наноэлектроника (5 часов)

Полевой транзистор – основной элемент цифровых электронных схем. История создания и современное воплощение. Фотолитография или как рождается микросхема. Закон Мура – удвоение плотности транзисторов в микросхемах каждые два года. Современный транзистор – это уже нанотранзистор. Основная болезнь нанотранзистора – высокая температура. Углеродные нанотрубки – будущие элементы нанотранзисторов. Наносенсоры – глаза для наноэлектроники. Наномоторы – мышцы нанороботов.

Нанотехнологии вокруг нас (4 часа)

Примеры товаров, созданных с использованием нанотехнологий и причины их уникальных свойств. Несмачиваемые и всегда чистые ветровые стёкла, диски колёс и т.п. Созданные на основе наночастиц оксида титана и серебра поверхности, обладающие бактерицидными свойствами. Нанокompозитные материалы. Нанотехнологии в различных областях производства. Нанотехнологии в энергетике и экологии. Нанотехнологии в криминалистике и косметике. Динамика развития нанотехнологий в России и за рубежом. Перспективы мировой наноэкономики.

Защита проектов (2 часа)

Планируемые результаты освоения курса

В области учебных компетенций:

Уметь:

- организовывать процесс изучения и выбирать собственную траекторию образования;
- решать учебные и самообразовательные проблемы;
- связывать воедино и использовать отдельные части знаний.

В области исследовательских компетенций:

Уметь:

- получать и использовать информацию;
- обращаться к различным источникам данных и их использование;

Знать:

- современные нанотехнологии, их роль в экономике, перспективы развития;
- способы поиска и систематизации информации в различных видах источника.

В области социально-личностных компетенций:

Уметь:

- видеть связи между настоящими и прошлыми событиями.

В области коммуникативных компетенций:

Уметь:

- выслушивать и принимать во внимание взгляды других людей;

- выступать на публике;
- читать графики, диаграммы и таблицы данных;

В области информационных компетенций:

Уметь:самостоятельно искать, анализировать и отбирать необходимую информацию, организовывать, преобразовывать, сохранять и передавать ее.

Отсроченный результат введения курса:

- осознанный выбор профессии;
- участие в научно-практических конференциях;
- личностный рост учеников.

Тематическое планирование

| № | № в теме | Тема | Кол-во часов |
|----|----------|---|--------------|
| 1 | | Введение. | 2 |
| 2 | 1 | Почему освоение наномира может быть так полезно для человечества? | 1 |
| 3 | 2 | Нанотехнологии внутри и снаружи нас. | 1 |
| | | Инструменты и методы наномира. | 6 |
| 4 | 1 | Пути создания нанообъектов: «снизу-вверх» или «сверху-вниз». | 1 |
| 5 | 2 | Можно ли увидеть молекулы в микроскоп? | 1 |
| 6 | 3 | Сканирующий электронный микроскоп. | 1 |
| 7 | 4 | Как атомно-силовая микроскопия чувствует прикосновение атомов. | 1 |
| 8 | 5 | Что такое туннельный микроскоп. | 1 |
| 9 | 6 | Лазерный пинцет – инструмент для передвижения нанообъектов. | 1 |
| | | Наноматериалы. | 4 |
| 10 | 1 | Особая роль углерода в наномире. | 1 |
| 11 | 2 | Нанопроволоки. Дендримеры – капсулы наноразмеров. | 1 |
| 12 | 3 | Самоорганизация нанообъектов и её использование при создании наноматериалов. | 1 |
| 13 | 4 | Моделирование наноструктур. | 1 |
| | | Уникальные свойства наноструктур. | 6 |
| 14 | 1 | Большое отношение поверхности к объёму – основное свойство нанообъектов. | 1 |
| 15 | 2 | «Эффект лотоса». | 1 |
| 16 | 3 | Отсутствие дислокаций - причина колоссальной прочности нанопроволок и нанотрубок. | 1 |
| 17 | 4 | Квантовые явления в наномире. | 1 |
| 18 | 5 | Квантовые точки – искусственные атомы наномира. | 1 |

| | | | |
|----|---|---|-------------------|
| 19 | 6 | Зависимость цвета в наном мире от размера объектов. | 1 |
| | | Квантовая физика и наноструктуры. | 5 |
| 20 | 1 | Электромагнитные волны. | 1 |
| 21 | 2 | Квантовые представления об атоме. | 1 |
| 22 | 3 | Энергетические зоны кристаллов. | 1 |
| 23 | 4 | Ямы, барьеры, туннели, ящики и нити - квантовые явления и структуры. | 1 |
| 24 | 5 | Нанотехнологии в диагностике. Возможные риски использования наноматериалов. | 1 |
| | | Нанoeлектроника. | 5 |
| 25 | 1 | Полевой транзистор – основной элемент цифровых электронных схем. История создания и современное воплощение. | 1 |
| 26 | 2 | Фотолитография или как рождается микросхема. | 1 |
| 27 | 3 | Современный транзистор – это уже нанотранзистор. Основная болезнь нанотранзистора – высокая температура. | 1 |
| 28 | 4 | Углеродные нанотрубки – будущие элементы нанотранзисторов. | 1 |
| 29 | 5 | Наносенсоры – глаза для нанoeлектроники. Наномоторы – мышцы нанороботов. | 1 |
| | | Нанотехнологии вокруг нас. | 4 |
| 30 | 1 | Нанокompозитные материалы. Нанотехнологии в различных областях производства. | 1 |
| 31 | 2 | Нанотехнологии в энергетике и экологии. | 1 |
| 32 | 3 | Нанотехнологии в криминалистике и косметике. | 1 |
| 33 | 4 | Динамика развития нанотехнологий в России и за рубежом. Перспективы мировой нанoeкономики. | 1 |
| | | | ИТОГ О: 33 |

1. *Атомно-силовой микроскоп (АСМ)* – микроскоп, способный чувствовать силы притяжения и отталкивания, возникающие между отдельными атомами.

2. *Гетеропереход* - контакт двух различных полупроводников.

3. *Гетероструктура* - полупроводниковую структуру с несколькими гетеропереходами.

4. *Графен* – это одиночный плоский лист, состоящий из атомов углерода, связанных между собой и образующих решётку, каждая ячейка которой напоминает пчелиную соту. Расстояние между ближайшими атомами углерода в графене составляет около 0,14 нм.

5. *Дендримеры* (древовидные полимеры) – наноструктуры размером от 1 до 10 нм, образующиеся при соединении молекул, обладающих ветвящейся структурой.

6. *Диоксид титана, TiO_2* – самое распространённое соединение титана на земле. Порошок диоксида титана имеет ослепительно белый цвет и поэтому используется в качестве красителя при производстве красок, бумаги, зубных паст и пластмасс. Причиной такой белизны порошка диоксида титана является его очень высокий показатель преломления ($n=2,7$).

7. *Кантилевер* (от англ. *cantilever* - балка) - представляет собой чип - пластинку из легированного кремния миллиметровых размеров, из торца которой торчит балочка, заканчивающаяся собственно зондом, предельно тонким. В качестве зонда может использоваться углеродная нанотрубка.

8. *Кластеры* - нанобъекты, состоящие из сравнительно небольшого числа атомов или молекул, от единиц до сотен тысяч. Кластеры имеют наноразмеры по трем направлениям.

9. «*Нано*»- в переводе с греческого «карлик». *Один нанометр (нм)* – это одна миллиардная часть метра (10^{-9} м).

10. *Наноккомпозит*- композиционный материал, в качестве одного из компонентов которого взяты нанобъекты (наночастицы, нанотрубки и т.п.), при этом процент нанодобавок часто очень невелик (не более 5 %).

11. *Нанопроволока* - проволока с диаметром порядка нанометра, изготовленная из металла, полупроводника или диэлектрика. Длина нанопроволок часто может превышать их диаметр в 1000 и более раз. Поэтому нанопроволоки часто называют одномерными структурами, а их чрезвычайно малый диаметр (около 100 размеров атома) даёт возможность проявляться различным квантово-механическим эффектам. Это объясняет, почему нанопроволоки иногда называют «квантовыми проволоками».

12. *Нанотрава* - множество параллельных нанопроволок (наностержней) одинаковой длины, расположенных на равном расстоянии друг от друга.

13. *Нанотрибология*- новая область науки о трении.

14. *Нанофазный материал* – материал, составленные из наночастиц.

15. *Оптический (или лазерный) пинцет* - устройство, использующее сфокусированный луч лазера для передвижения микроскопических объектов

или для удержания их в определённом месте, вблизи точки фокусировки лазерного луча свет тянет к фокусу всё, что находится вокруг.

16. *Сканирующие микроскопы* (электронный, туннельный, атомно-силовой, оптический ближнего поля и др.) последовательно исследуют поверхность вначале по некоторой оси X, затем делают небольшой скачок в перпендикулярном направлении и исследуют поверхность, возвращаясь по оси X назад.

17. *Технология «сверху вниз»* - технология, позволяющая из макроскопических материалов различными методами получать другие макроскопические или микроскопические материалы и устройства, применяя дробление, растворение и осаждение, обработку поверхности электронным или лазерным излучением и т. п.

18. *Технология «снизу вверх»* - технология, позволяющая любой материал или устройство, уже существующее, в природе или создаваемое впервые, собирать, начиная с отдельных атомов, по безотходной технологии.

19. *Углеродные нанотрубки* – это каркасные структуры или гигантские молекулы, состоящие только из атомов углерода.

20. *Фуллерены* - молекулярные соединения атомов углерода. В этих молекулах атомы углерода расположены в вершинах правильных шести- и пятиугольников, из которых составлена поверхность сферы или эллипсоида (названы по имени американского инженера, дизайнера и архитектора Р. Бакминстера Фуллера, применявшего для постройки куполов своих зданий пяти- и шестиугольники, являющиеся основными структурными элементами молекулярных каркасов всех фуллеренов).

Цифровые образовательные ресурсы для реализации тем рабочей программы

1. <http://www.nanonewsnet.ru/> - сайт о нанотехнологиях в России
2. <http://www.nanometer.ru/> - сайт нанотехнологического общества «Нанометр»
3. <http://nauka.name/category/nano/> - научно-популярный портал о нанотехнологиях, биогенетике и полупроводниках
4. <http://www.nanorf.ru/> - журнал «Российские нанотехнологии»
5. <http://www.nanojournal.ru/> - Российский электронный наножурнал
6. <http://www.nanoware.ru/> - официальный сайт потребителей нанотоваров
7. <http://kbogdanov1.narod.ru/> - «Что могут нанотехнологии?», научно - популярный сайт о нанотехнологиях.
8. <http://www.rusnor.org/> - нанотехнологическое общество России.
9. <http://www.portalnano.ru/> - научно-популярный портал о нанотехнологиях.