

**МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Комитет образования, науки и молодежной политики Волгоградской области
ДЕПАРТАМЕНТ ПО ОБРАЗОВАНИЮ АДМИНИСТРАЦИИ ВОЛГОГРАДА
муниципальное общеобразовательное учреждение
«Гимназия № 11 Дзержинского района Волгограда»**

РАССМОТРЕНО
МО учителей
естественнонаучного цикла
/Шагалова И.В./
Протокол №1
от «28» августа 2025 г.

СОГЛАСОВАНО
Заместитель директора по НМР
/Шагалова И.В./
от «29» августа 2025 г.

УТВЕРЖДЕНО
Директор
_____/Андреева Е.А./
Приказ № 320/1
от «29» августа 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

учебного курса «Наномир вокруг нас»
(реализуемая в 11 классе)

Автор: Василичина Евгения Вячеславовна,
учитель химии, высшей квалификационной категории

Волгоград, 2025

Раздел 1. Комплекс основных характеристик программы

1.1. Пояснительная записка

Направленность программы "Нанохимия вокруг нас" - естественнонаучная, поскольку основной упор делается на изучение понятий и закономерностей, протекающих в атомах и молекулах химических веществ, а также в изучении закономерностей развития природы и взаимодействия с ней человека. Предметная область - междисциплинарные направления современного естествознания на стыке физики, химии и биологии.

Программа разработана на основе

- Федерального Закона РФ от 29.12.2012 г. № 273 "Об образовании в Российской Федерации" (в редакции Федерального закона от 31.07.2020 № 304-ФЗ "О внесении изменений в Федеральный закон "Об образовании в Российской Федерации" по вопросам воспитания обучающихся");

- Приказа Министерства Просвещения Российской Федерации от 30.09.2020 г. № 533 "О внесении изменений в порядок организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам, утвержденный приказом Министерства Просвещения Российской Федерации от 9 ноября 2018 г. № 196";

- Приказа Министерства Просвещения Российской Федерации от 09.11.2018 г. № 196 "Об утверждении порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам";

- Постановления Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28 сентября 2020 г. № 28 "Об утверждении санитарных правил СП 2.4.3648-20 "Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодёжи";

- Письма Министерства образования и науки РФ от 18.11.2015 г. № 09-3242 "О направлении информации" (вместе с "Методическими рекомендациями по проектированию дополнительных общеразвивающих программ (включая разноуровневые программы)";

- Устава МОУ «Гимназия № 11 Дзержинского района Волгограда»

Актуальность программы

По мере развития общества проблема минимизации технических и информационно - технологических систем, обретения ими новых функциональных характеристик становится все более актуальной. Перспективными направлениями являются создание и применение наноразмерных материалов, технологии их синтеза и производства. Для прогнозирования, оценивания и управления свойствами нанотехнологичных продуктов, определения области их работы необходимо понимать как механизмы, лежащие в основе формирования наноматериалов и наноразмерных систем, так и протекающие в них процессы, обуславливающие особенности их работы. С выходом на рынок нанотехнологий, новых приборов и материалов, лекарственных веществ знания подрастающего поколения в этой сфере будут способствовать новым достижениям во многих отраслях науки и промышленности, а молодым специалистам обеспечат высокую конкурентоспособность и большую востребованность на рынке труда. Программа «Наномир вокруг нас» направлена на развитие профессиональных компетенций, продиктованных современными условиями естественнонаучной и технической направленности, и призвана сформировать у обучающихся знаний о методах и технологиях получения нанопорошков, нанослоев, наногетероструктур и наноструктурированных материалов, в основе которых лежат различные физические и

физико- химические процессы.

Новизна данной программы состоит в применении системно- деятельностного подхода, сочетающегося с различными современными образовательными технологиями, такими как технология развития понятийного мышления, технология исследовательской и проектной деятельности. Применение системно-деятельностного подхода наиболее эффективно способствует формированию универсальных учебных действий.

Особенности образовательного процесса

Программа «Нанохимия вокруг нас», главным образом, направлена на решение профориентационных задач, обеспечивая возможность знакомства обучающихся с современным оборудованием и современными требованиями к профессиям естественнонаучной и технической направленности.

Направление «Наномир вокруг нас» основывается на изучении материаловедения на микро- и наноуровнях и формирует у учащихся углубленные знания в области химии, биологии, физики, техники, а также формирует навыки работы с современным научным оборудованием.

Отличительной особенностью данной программы является то, что она не только расширяет, углубляет школьный курс химии, физики и биологии, но и имеет профориентационную направленность. Программа предполагает работу обучающихся по собственным проектам. Такая постановка вопроса обучения и воспитания позволяет с одной стороны расширить индивидуальное поле деятельности каждого ребенка, с другой стороны учит работать в команде; позволяет раскрыть таланты обучающихся в области технического творчества и содействовать в их профессиональном самоопределении.

В реализации дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы " принимают участие дети 14-17 лет, имеющих технические наклонности, настойчивость в изобретательстве, т.е. целеустремленных активных детей с высокими образовательными потребностями.

Данная программа реализуется на оборудовании детского технопарка «Кванториум» МОУ «Гимназия № 11» (Школьного Кванториума)

Объем программы

Программа реализуется в течение одного учебного года, 18 учебных часов.

Режим занятий

Занятия проводятся 1 раз в неделю по 1 академическому часу.

Продолжительность занятий исчисляется в академических часах – 40 минут,

Формы обучения

Форма обучения очная.

Учитывая психологические особенности обучающихся, цель и задачи содержания учебного материала, а также условия программы, занятия проводятся с применением разнообразных методов и приемов обучения.

Форма занятий групповая. Так как обучающиеся выполняют собственные творческие работы, в ходе занятия применяется индивидуальный подход к каждому ребенку.

1.2. Цель программы: привлечение обучающихся к исследовательской, изобретательской, научной и инженерной деятельности, овладение ими современными представлениями о наноматериалах и наносистемах, а также возможностях их использования при создании наукоемкой продукции.

Задачи:

Предметные:

- познакомить обучающихся со знаниями в области нанотехнологий;
- способствовать ознакомлению с терминологиями и основными понятиями, связанными с наноматериалами и нанотехнологиями;

- способствовать осмыслению основных отличительных особенностей материалов, находящихся в наносостоянии;

Метапредметные:

- познакомить обучающихся с основами проектной деятельности;
- привить навыки командной работы;
- научить практической работе с высоко технологическим оборудованием;
- научить практической работе с химическими компонентами;
- сформировать навыки к профессиональному самоопределению.

Личностные:

- развивать навыки, необходимые для проектной деятельности;
- развивать разные типы мышления.

Планируемые результаты

По окончании обучения обучающиеся:

будут знать:

- 1) актуальные задачи современного естествознания и нанотехнологий;
- 2) основы и принципы теории решения научно-исследовательских задач;
- 3) методы проведения научного исследования.

будут уметь:

- 1) выбирать объект исследования;
- 2) творчески решать технические задачи;
- 3) формулировать рабочую гипотезу, проверять ее и оценивать достоверность полученных результатов;
- 4) самостоятельно и в команде ставить и решать задачи;
- 5) использовать приобретенные знания и умения в практической деятельности и повседневной жизни.

В процессе реализации программы развиваются следующие качества личности детей:

- 1) взаимоуважение и взаимопомощь;
- 2) бережное отношение к результатам своего труда и труда своих товарищей, а также к имеющемуся оборудованию;
- 3) ответственность и сознательность за проведенную работу;
- 4) коммуникабельность и умение работать в команде, постановка речи, улучшение качества выступления и презентаций.

В качестве практического результата обучающиеся должны:

- 1) выполнить и защитить выпускной проект согласно разделам учебного плана;
- 2) принять участие в областных и федеральных мероприятиях.

Раздел 2. Комплекс организационно-педагогических условий
2.1. Учебно-тематический план

№ п/п	Название раздела, темы	Количество часов			Форма аттестации/ контроля
		Всего	Теория	Практика	
1.	Формы и методы деятельности.	1	1	0	лекция
2.	План работы на учебный год. Инструктаж по технике безопасности	1	1	0	лекция
3.	Капилляры и закон Лапласа	1	0	1	практикум
4.	Металлические золи	1	0	1	практикум
5.	Коллоидные системы	1	1	0	лекция
6.	Термин «нанотехнологии», история его появления и популяризация	1	1	0	лекция
7.	Физико- химические свойства атомов на поверхности	1	1	0	лекция
8.	Поверхностное натяжение	1	1	0	лекция
9.	Адсорбция	1	1	0	лекция
10.	Смачивание	1	0	1	практикум
11.	Свойства дисперсных сред	1	0	1	практикум
12.	Электрические свойства	1	0	1	практикум
13.	Устойчивость	1	0	1	практикум
14.	Физико- химическая механика	1	0	1	практикум
15.	Понятия наноматериал и нанообъект	1	1	0	игра
16.	Основные отличительные особенности материалов, находящихся в наносостоянии.	1	1	0	лекция

	Виды нанообъектов (0D, 1D, 2D; микро-, мезо- и макропористые).				
17.	Пены и аэрозоли	1	1	0	публичные выступления
18.	Аэрогели	1	1	0	публичные выступления
19.	Золи, гели, эмульсии	1	1	0	лекция
20.	Положение золь на шкале дисперсности коллоидных систем	1	1	0	лекция
21.	Поверхностно- активные вещества	1	1	0	лекция
22.	Мембраны, мицеллы и липосомы	1	1	0	лекция
23.	Биологические дисперсные системы	1	1	0	лекция
24.	Эффект Тиндаля. Анализ траекторий движения наночастиц	1	0	1	
25.	Принципы получения наноструктур: «сверху-вниз» и «снизу-вверх».	1	1	0	лекция
26.	Получение графена. Особенности работы планетарных мельниц	1	0	1	практикум
27.	Основы супрамолекулярной химии.	1	1	1	практикум
28.	Методы синтеза наночастиц: «мягкой химией» – золь-гель	1	1	0	лекция
29.	Методы синтеза наночастиц: «гомогенного осаждения	1	1	0	лекция
30.	Методы синтеза наночастиц: обращённо- мицеллярный,	1	1	0	лекция
31.	Микроэмульсионный; термолиз	1	1	0	лекция
32.	Методы стабилизации наночастиц: стерическая, хелатная, электростатическая, иммобилизацией в матрице.	1	1	0	лекция
33.	Направленный синтез нанообъектов: квантовые точки, нанопленки, объемные наноматериалы	1	1	0	лекция
34.	Модификация свойств наноматериалов	1	1	0	лекция
35.	Оптические свойства наночастиц и наноматериалов.	1	1	0	лекция
36.	Микроскопия. Дифракционный предел. Фотометрия.	1	1	0	лекция
37.	Спектрофотометрия: измерение пропускания, поглощения, люминесценции.	1	1	0	лекция
38.	Динамическое светорассеяние	1	1	0	лекция

39.	Просвечивающая электронная микроскопия.	1	1	0	лекция
40.	Сканирующая электронная микроскопия.	1	0	1	практикум
41.	Особенности изучения биологических объектов на наноуровне	1	1	0	лекция
42.	Рентгенофазовый анализ.	1	1	0	лекция
43.	Уширение пиков как признак нанобъекта и как способ оценки размера кристаллитов.	1	1	0	лекция
44.	Рентгеноструктурный анализ.	1	0	1	практикум
45.	Определение структуры наноразмерных объектов на атомном уровне	1	1	0	лекция
46.	Туннельная микроскопия.	1	1	0	лекция
47.	Атомно- силовая микроскопия.	1	1	0	лекция
48.	Анализ наноструктуры поверхностей.	1	0	1	практикум
49.	Статический и динамический режим сканирования	1	1	0	лекция
50.	Сверхнизкая смачиваемость.	1	1	0	лекция
51.	Сверхпрочность.	1	1	0	лекция
52.	Высокотемпературная сверхпроводимость.	1	1	0	лекция
53.	Сверхъяркость светоиспускания.	1	1	0	лекция
54.	Сухая адгезия (биомиметика геккона).	1	1	0	лекция
55.	Магнитные свойства	1	1	0	лекция
56.	Сверхфльтрация.	1	1	0	лекция
57.	Общий обзор современных применений нанотехнологии	1	1	0	викторина
58.	Особая роль углерода в наномире.	1	1	0	лекция
59.	Фуллерены, графен, нанотрубки	1	0	1	практикум
60.	Наноматериалы в топливных элементах.	1	1	0	лекция
61.	Литий-ионные аккумуляторы. Суперконденсаторы	1	1	0	лекция

62.	Закон Мура.	1	0	1	практикум
63.	Технологический процесс производства интегральных микросхем. Системы записи информации	1	1	0	лекция
64.	Нанодиагностика. Применение наноматериалов в терапии.	1	1	0	лекция
65.	Наносорбенты.	1	0	1	практикум
66.	Фотокатализаторы.	1	1	0	лекция
67.	Самоочистка	1	1	0	лекция
68.	Актуальные проблемы в области нанохимии и нанотехнологии	1	1	0	дискуссия
	Итого	68	53	15	

Содержание программы

Раздел 1. Организационное занятие «Нанохимия и нанотехнология как междисциплинарная область». Цели и задачи курса. Инструктаж

Тема 1.1. Введение в Программу

Теория. Формы и методы деятельности. План работы на учебный год.

Инструктаж по технике безопасности.

Практика. Первичная диагностика. Входное тестирование.

Раздел 2. История науки о дисперсных системах

Тема 2.1. Начало изучения поверхностных явлений и дисперсных систем

Теория. Капилляры и закон Лапласа. Изучение адсорбции (К. Шееле, Т. Ловиц). Металлические золи (М. Фарадей). Броуновское движение. Осмос и диализ (Т. Грэм). Коллоидные системы. Определение числа Авогадро (Ж. Перрен). Эффект Ребиндера. Термин «нанотехнологии», история его появления и популяризации (Р. Фейнман, Н. Танигути, Э. Дрекслер).

Практика. Учебно-исследовательский эксперимент: Изучение адсорбции красителей с помощью активированного угля. Определение его сорбционной способности.

Раздел 3. Основы физики поверхности и дисперсных сред

Тема 3.1. Основы физики поверхности

Теория. Физико-химические свойства атомов на поверхности.

Поверхностное натяжение. Адсорбция. Смачивание.

Практика. Учебно-исследовательский эксперимент: Определение поверхностного натяжения воды методом отрыва капель.

Тема 3.2. Свойства дисперсных сред

Теория. Электрические свойства. Устойчивость. Физико-химическая механика.

Практика. Учебно-исследовательский эксперимент: Оценка толщины

графитовой линии в зависимости от мягкости карандаша.

Раздел 4. Дисперсные системы: получение и применение

Тема 4.1. Классификация дисперсных систем

Теория. Классификация дисперсных систем. Понятия «наноматериал», «нанообъект». Виды нанообъектов (0D, 1D, 2D; микро-, мезо- и макропористые).

Яркие примеры проявления размерного эффекта.

Практика. Практическая работа: Моделирование структуры наночастиц разного размера, сравнение доли поверхностных атомов и числа нескомпенсированных валентностей.

Тема 4.2. Дисперсные системы, содержащие газовую фазу

Теория. Пены, аэрозоли и аэрогели.

Практика. Учебно-исследовательский эксперимент:
Определение устойчивости пены моющих средств.

Тема 4.3. Дисперсные системы, содержащие жидкую фазу

Теория. Золи, гели, эмульсии и суспензии. Положение золь на шкале дисперсности коллоидных систем.

Практика. Учебно-исследовательский эксперимент: Получение золь наноструктурированного серебра.

Тема 4.4. Дисперсные системы, содержащие поверхностно-активные вещества

Теория. Поверхностно-активные вещества. Мембраны, мицеллы и липосомы. Биологические дисперсные системы.

Практика. Учебно-исследовательский эксперимент: Изучение влияния поверхностно-активных веществ на поверхностное натяжение.

Тема 4.5. Методы визуализации наночастиц

Теория. Эффект Тиндаля. Анализ траекторий движения наночастиц.

Практика. Учебно-исследовательский эксперимент:
Демонстрация эффекта Тиндаля на дисперсных системах различного рода.

Раздел 5. Методы синтеза наноструктурированных веществ и материалов

Тема 5.1. Принцип «сверху-вниз»

Теория. Принципы получения наноструктур: «сверху-вниз» и «снизу-вверх». Получение графена. Особенности работы планетарных мельниц.

Практика: Практическая работа: Построение модели планетарной мельницы.

Тема 5.2. Принцип «снизу-вверх»

Теория. Основы супрамолекулярной химии. Самосборка. Методы синтеза наночастиц: «мягкой химией» – золь-гель, «гомогенного осаждения», обращенно-мицеллярный, микроэмульсионный; термолиз, CVD. Методы стабилизации наночастиц: стерическая, хелатная, электростатическая, иммобилизацией в матрице. Направленный синтез нанообъектов: квантовые точки, нанопленки, объемные наноматериалы. Модификация свойств наноматериалов.

Практика: Учебно-исследовательский эксперимент: Газофазный синтез нанокристаллического хлорида аммония. Получение золь наномagnetита, наноразмерного диоксида титана, берлинской лазури. Получение нанопленок серебра на стеклянной подложке. Оценка их толщины.

Раздел 6. Методы исследования наноструктурированных веществ и материалов

Тема 6.1. Оптические методы

Теория. Оптические свойства наночастиц и наноматериалов. Микроскопия. Дифракционный предел. Фотометрия. Спектрофотометрия: измерение пропускания, поглощения, люминесценции. Динамическое светорассеяние.

Практика: Практическая работа: Микроскопическое изучение препаратов

наносеребра на стеклах.

Тема 6.2. Электронная микроскопия

Теория. Электронная микроскопия: просвечивающая и сканирующая.

Особенности изучения биологических объектов на наноуровне.

Практика: Практическая работа: Сравнительный анализ изображений наноструктур, полученных электронной микроскопией.

Тема 6.3. Рентгеновская дифрактометрия

Теория. Рентгенофазовый анализ. Уширение пиков как признак нанобъекта и как способ оценки размера кристаллитов. Рентгеноструктурный анализ. Определение структуры наноразмерных объектов на атомном уровне.

Практика: Практическая работа: Визуализация структур биополимеров, полученных методом рентгеноструктурного анализа.

Тема 6.4. Сканирующая зондовая микроскопия

Теория. Туннельная микроскопия. Атомно-силовая микроскопия. Анализ наноструктуры поверхностей. Статический и динамический режим сканирования.

Практика: Практическая работа: Анализ изображений, полученных методом атомно-силовой микроскопии, с помощью современного программного обеспечения. Учебно-исследовательский эксперимент: Изучение поверхности методом атомно-силовой микроскопии.

Раздел 7. Функциональные свойства наноструктурированных веществ и материалов

Тема 7.1. Функциональные свойства вещества, обеспечиваемые наноматериалами

Теория. Сверхнизкая смачиваемость.

Сверхпрочность. Высокотемпературная сверхпроводимость. Сверхфльтрация. Сверхъяркость светоиспускания. Сухая адгезия (биомиметика геккона). Магнитные свойства.

Практика. Учебно-исследовательский эксперимент: Изучение «эффекта лотоса» на примере лепестка розы. Измерение краевого угла.

Раздел 8. Нанотехнологии – перспективы развития и состояние науки на сегодняшний день

Тема 8.1. Современные применения нанотехнологии

Теория. Современные применения нанотехнологии, общий обзор.

Практика. Викторина: Нанотехнологии в нашей жизни.

Тема 8.2. Углеродные наноматериалы

Теория. Особая роль углерода в наном мире. Фуллерены, графен, нанотрубки.

Практика. Практическая работа: Моделирование пространственной структуры фуллеренов.

Тема 8.3. Наноматериалы для энергетики

Теория. Наноматериалы в топливных элементах. Литий-ионные аккумуляторы. Суперконденсаторы.

Практика. Учебно-исследовательский эксперимент: Измерение емкости литий-ионного аккумулятора.

Тема 8.4. Наноэлектроника

Теория. Закон Мура. Технологический процесс производства интегральных микросхем. Системы записи информации.

Практика. Практическая работа: Анализ изображения поверхности компакт-диска.

Тема 8.5. Наноматериалы в медицине и экологии

Теория. Нанодиагностика. Применение наноматериалов в

терапии.

Наносорбенты. Фотокатализаторы. Самоочистка.

Практика. Практическая работа: Визуализация пространственной структуры нанобиопрепаратов с помощью современного программного обеспечения.

Раздел 9. Актуальные проблемы в области нанохимии и нанотехнологии

Тема 9.1. Дискуссия

Теория. Актуальные проблемы в области нанохимии и нанотехнологии.

Практика. Итоговая аттестация. Зачетная работа.

2.3. Формы аттестации

Для определения результативности усвоения общеразвивающей программы "Нанохимия вокруг нас" используются следующие формы аттестации:

- педагогическое наблюдение: систематическое наблюдение за активностью и взаимодействием обучающегося в учебной среде для оценки его индивидуального прогресса.
- мониторинг (для выявления личностного роста и развития творческой деятельности),
- беседа: активный обмен мнениями и идеями между участниками с целью более глубокого понимания темы или проблемы.
- фронтальный опрос - это этап учебного занятия, на котором, преподаватель опрашивает обучающихся всей группы. Такая форма контроля может проводиться несколько раз в течении занятия.
- мини-выставка: возможность показать свои достижения и знания от пройденных тем.
- защита проекта: аргументированная защита выбранных решений и методов, представленных в проекте, перед экспертами или комиссией.

Оценочные материалы

За период обучения, обучающиеся получают определенный объем знаний и умений, уровень усвоения которых проверяется в течение всего времени обучения.

Для этой цели проводится педагогическая диагностика:

- стартовая, прогностическая (проводится в начале года) осуществляется на первом занятии с помощью фронтального опроса;
- текущая, промежуточная (проводится в течение обучения) осуществляется в процессе мониторинга при повторении пройденных тем, роста компетентности в ходе реализации образовательной программы;
- итоговая (проводится в конце обучения) проводится по результатам освоения программы в целом или после завершения модуля и заключается в защите проектов и выдачей Сертификатов окончания обучения.

2.4. Комплекс организационно-педагогических условий

Для успешной реализации данной программы необходим ряд условий:

Оборудование НАНО-лаборатории:

- 1.Магнитная мешалка с подогревом
2. Дистиллятор лабораторный
- 3.Нагревательная плитка
- 4.Водяная баня
- 5.Центрифуга
- 6.Муфельная печь
- 7.Лабораторные весы
- 8.Аналитические весы
- 9.Стереомикроскоп

10.Металлографический микроскоп исследовательского класса

11. Цифровая лаборатория «Химия» профильная для педагога

Список литературы

1. Альтшуллер, Г. С. Найти идею. Введение в теорию решения изобретательских задач. — Новосибирск: Наука, 1986.
2. Большакова А.В., Дубровин Е.В., Протопопова А.Д, Синицына О.В., Смирнов С.Ю., Яминский И.В. Пять нобелевских уроков. — СПб: АНПО «Школьная лига». 2013. — 96 с.
3. Воронов, В.К. Физика на переломе тысячелетий: Физические основы нанотехнологий / В.К. Воронов, А.В. Подоплелов, Р.З. Сагдеев. — М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2011. — 432 с.
4. Гусев А. И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. — Физматлит, 2009. — 416 с
5. Жданов Э.Р., Лачинов А.Н., Галиев А.Ф. Учебные демонстрации с элементами «Нано». — СПб.: АНПО «Школьная лига», Издательство «Лема», 2013. — 56 с.
6. Лаборатория Кота Шрёдингера. Образовательная программа школьного дополнительного образования и методические рекомендации к ней / Под ред. Е.И.Казаковой — СПб.: Школьная лига, 2015. — 76 с.
7. Лаврентьев А.Г. Возможности СЗМ «NanoEduktor». — СПб: АНПО «Школьная лига». 2013. — 35 с.
8. Люблинская И. Е. STEM в школе и новые стандарты среднего естественнонаучного образования в США / Проблемы преподавания естествознания в России за рубежом / Под редакцией Петровой Е. Б. - М.: ЛЕНАНД, 2014 - 160 с. - С.6-24(Психология, педагогика, технология обучения. № 44)
9. Матюшкин А.М. Проблемные ситуации в мышлении и обучении. — М.:«Педагогика», 1972. — 168 с.
10. Школа и бизнес: опыт взаимодействия. Четыре шага к технопредпринимательству. Сборник / Авторы-составители Эпштейн М.М., Юшков А.Н. — СПб: АНПО «Школьная лига», 2014. — 96 с.

Интернет-источники:

1. Наноквантум тулkit — <https://drive.google.com/file/d/1rvVcK0EDnwugtmoaa-DLvXjZNMUKz-UF/view>
2. Образовательная программа дополнительного образования детей в области основ нанотехнологий, рекомендуемая для федеральной сети детских технопарков «Кванториум» - <https://drive.google.com/open?id=1dVpKGi0tsKA Ea-UlCH0Y5IMhIm1qsvTS>
3. Образовательная платформа для учеников и педагогов "Нанотехнологии для школьников" <https://stemford.org/>

Список методических материалов и тематических порталов для обучающихся

1. Гринвуд, Н. Химия элементов: в 2 томах [Текст]/ Н. Гринвуд, А. Эрншо. — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010.
2. Гудилин, Е.А. Богатство Наномира. Фоторепортаж из глубин вещества [Текст]/ под ред. Ю.Д. Третьякова. — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. —171 с.
3. Гусев, А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии [Текст]/ А.И. Гусев. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. — 416 с.
4. Деффейс, К., Деффейс С. Удивительные наноструктуры [Текст]/ под ред.

- Л.Н. Патрикеева. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011.
5. Журнал «Квант» за 1970 – 2007 гг. [Текст]. – М.: Наука.
6. Миронов, В.Л. Мир физики и техники. Основы сканирующей зондовой микроскопии [Текст]/ В.Л. Миронов. – М.: Техно, 2009.
7. Новые материалы [Текст]/ под редакцией Ю.С. Карабасова. – М.:МИСИС, 2002 – 736 с.
8. Пул, Ч. Мир материалов и технологий. Нанотехнологии – [Текст]/Ч.Пул-мл., Ф Оуэнс. – М.: Техносфера, 2006. – 336 с.
9. Словарь нанотехнологических и связанных с нанотехнологиями терминов [Текст]/ под редакцией С.В. Калюжного. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. –528 с.
10. Сонин, А.С. Дорога длиною в век: Из истории открытия и исследования жидких кристаллов [Текст]/ А.С. Сонин. – М.: Наука, 1988.
11. Суздалев, И.П. Нанотехнология: физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов [Текст]/ И.П. Суздалев. – М.: КомКнига, 2006. –592 с.
12. Фехльман, Б. Химия новых материалов и нанотехнологий. Учебное пособие. Пер. с англ.: Научное издание [Текст]/ Б. Фехльман Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2011. – 464 с.: цв.вкл.

