

МУНИЦИПАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«ЛИЦЕЙ №67»

Рассмотрено на методическом  
объединении учителей  
естественнонаучных  
дисциплин  
«24» 03 2023г.  
Протокол № 4

Согласовано  
педагогическом совете лицея  
«28» 03 2023г.  
Протокол № 4

на Утверждено  
лицея  
Приказ № 4-0  
от «24» 03 2023г.  
Директор: Е.Б. Дмитриева



ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ  
ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ПРОГРАММА  
«Основы нанотехнологий»

Возраст обучающихся: 16-18 лет  
Срок реализации: 1 год

Составители программы: заместитель директора по УВР,  
Безинная Наталья Игоревна

## **Пояснительная записка**

Дополнительная общеобразовательная – дополнительная общеразвивающая программа «Основы нанотехнологий» (далее Программа) реализуется в соответствии с естественнонаучной направленностью образования. Программа опирается на основные нормативные документы:

### **Программа разработана в соответствии с:**

- Федеральный закон от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Концепция развития дополнительного образования детей до 2030 года (распоряжение Правительства РФ от 31 марта 2022 г. N 678-р);
- Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам» (приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 09.11.2018 № 196);
- О внесении изменений в Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам», утвержденный приказом Министерства просвещения Российской Федерации от 09.11.2018 № 196 (приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 30.09.2020 № 533);
- Методические рекомендации по проектированию дополнительных общеразвивающих программ (включая разноуровневые программы) (письмо министерства образования и науки РФ от 18.11.2015 года № 09-3242);
- Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи СП 2.4. 3648-20 (постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28.09.2020 г. № 28);
- Устав муниципального бюджетного общеобразовательного учреждения «Лицей №67».

На данном этапе технического развития чрезвычайно важными и перспективными являются технологии синтеза и производства наноматериалов. Накопившийся опыт по синтезу наночастиц и созданию материалов на их основе, а также прогресс методов и инструментов их диагностики позволяет провести обобщение и наметить пути поиска новых решений в этой инновационной области знаний. Для предсказания, оценивания и управления свойствами конечных произведенных нанотехнологичных продуктов, а также определения области их работы чрезвычайно важно понимать как механизмы, лежащие в основе формирования наноматериалов и наноразмерных систем, так и протекающие в них процессы, обуславливающие особенности работы наносистем. В рамках обучения в наноквантуме у воспитанников формируются знания о методах и технологиях получения нанопорошков, нанослоев, наногетероструктур и наноструктурированных материалов, в основе которых лежат различные физические и физико-химические процессы.

В настоящее время в мире происходит технологическая революция, связанная с развитием и выходом на рынок нанотехнологий, «умных» материалов, новых приборов и лекарственных веществ, инновации в который могут дать новые знания, достижения во многих отраслях науки и промышленности. Для этого обучающимся предлагается освоить основы нанотехнологии через лекционные, практические и лабораторные занятия, а также через проектную деятельность.

Таким образом, дополнительная общеразвивающая программа направлена на развитие профессиональных компетенций, продиктованных современными условиями естественнонаучной и технической направленности.

Очевидно, что исследовательская деятельность в наше время - приоритетное направление движения научно-технического прогресса. Направление федеральной политики в сфере детских технопарков «Кванториум» - ускоренное техническое развитие детей и реализация научно-технического потенциала российской молодежи. Практика показывает, что чем раньше личность определяется в выборе своей будущей профессии, тем больше вероятность, что из этой личности вырастет высококлассный специалист. Поэтому очень важно привлечь внимание молодого поколения к профессиям естественнонаучного и технического сектора.

Педагогическая целесообразность программы заключается в приобретении обучающимися важных навыков творческой и исследовательской работы в процессе лабораторных работ. В то же время новой для обучающихся является работа над проектами. В ходе занятий повышается коммуникативная активность каждого ребенка, происходит развитие его творческих способностей. Необходимым условием работы является соблюдение правил поведения и техники безопасности, а также добровольности обучения, интерес к этому виду деятельности, индивидуальный подход при проведении занятий. Неотъемлемой частью программы является исследование, проводимое под руководством педагога и предусматривающее пошаговое выполнение инструкций, в результате, которого дети делают лабораторные работы различной сложности. Программа «Основы нанотехнологий» способствует формированию человека, способного самостоятельно критически мыслить, уметь видеть возникающие проблемы и находить пути их решения; четко осознавать, где могут быть применены его знания; творчески мыслить; грамотно работать с информацией; уметь работать сообща; самостоятельно развивать собственный интеллект.

Возможность прикоснуться к нанотехнологиям для современного ребенка является очень мощным стимулом к познанию нового, преодолению инстинкта потребителя и формированию стремления к самостоятельному созиданию.

**Цель:** сформировать у воспитанников научное мировоззрение через систему химических знаний и создать условия для овладения воспитанников современными представлениями о наноматериалах и наносистемах.

**Задачи:**

Предметные:

- познакомить воспитанников с правилами техники безопасности;
- познакомить воспитанников с основными химическими знаниями важнейших фактов, понятий, химических законов и теорий, языка науки, а также доступных обучающимся обобщений мировоззренческого характера;
- познакомить воспитанников с терминологией и основных понятий, связанных с наноматериалами и нанотехнологиями;
- научить воспитанников отличать особенностей материалов, находящихся в наносостоянии;
- научить воспитанников безопасному обращению с веществами, используемыми при выполнении несложных химических опытов и в повседневной жизни;
- научить воспитанников наблюдать и объяснять химические явления, происходящие

в лаборатории, на производстве, в повседневной жизни;

Метапредметные:

- развивать творческие способности воспитанников;
- научить детей излагать мысли в четкой логической последовательности, отстаивать свою точку зрения, анализировать ситуацию и самостоятельно находить ответы на вопросы путем логических рассуждений.
- способствовать развитию образного, технического и логического мышления воспитанников.

Личностные:

- развивать у воспитанников аккуратность, силу воли, самостоятельность, внимательность, усидчивость, стремление доводить начатое дело до конца;
- формировать у воспитанников навык сохранения порядка на рабочем месте.

**Уровень сложности** – стартовый. Данная программа закрепляет мотивацию к изучению биологии за счет практических занятий с использованием оборудования кванториума.

**Программа предполагает:**

- Индивидуальный подход (ориентация на личностный потенциал ребенка и его самореализацию);
- Возможность индивидуального образовательного маршрута;
- Тесная связь с практикой, ориентация на создание конкретного персонального продукта;
- Разновозрастный характер объединений;
- Возможность проектной и/или исследовательской деятельности;
- Возможность сетевой и/или дистанционной формы реализации программы.

**Программа строится на следующих дидактических принципах:**

- доступности – соответствие возрастным и индивидуальным особенностям;
- наглядности – иллюстративность, наличие дидактического материала;
- научности – обоснованность, наличие методологической базы и теоретической основы;
- «от простого к сложному» - научившись элементарным навыкам работы, ребёнок переходит к выполнению более сложных творческих работ.

При организации образовательного процесса в рамках программы «Прикладная биология» (Проектная группа) определяющими являются следующие **принципы обучения:**

- принцип единства обучения, воспитания и развития, данный принцип подразумевает, что обучение в рамках программы будет одновременно и равноценно направлено как на развитие предметных компетенций обучающегося, увеличение количественного и качественного показателя его знаний в области естественных наук, так и на его развитие как личности, выявление индивидуальных особенностей и раскрытие творческого потенциала;

- принцип сознательной активности, согласно которому учебный процесс носит динамический и деятельностный характер, обучающиеся активно вовлечены в образовательную деятельность, мотивированы на получение новых знаний и освоение

НОВЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ;

- основы химических знаний важнейших фактов, понятий, химических законов и теорий, языка науки, а также доступных учащимся обобщений мировоззренческого характера;

- терминологию и основные понятия, связанные с наноматериалами и нанотехнологиями.

уметь:

- отличать особенности материалов, находящихся в наносостоянии;

- работать с различными химическими свойствами;

- безопасно обращаться с веществами, используемыми при выполнении несложных химических опытов;

- наблюдать и объяснять химические явления, происходящие в лаборатории, на производстве, в повседневной жизни;

- излагать мысли в четкой логической последовательности, отстаивать свою точку зрения, анализировать ситуацию и самостоятельно находить ответы на вопросы путем логических рассуждений;

- соблюдать порядок на рабочем месте;

- находить нестандартные пути решения задач

Формы подведения итогов реализации дополнительной образовательной программы – в результате изучения курса обучающиеся выполняют индивидуальный проект и защищают его на образовательной конференции.

#### **Планируемые (ожидаемые) результаты освоения программы:**

По итогам обучения по Программе обучающиеся получают следующие компетенции:

##### Личностные результаты обучения.

Учащийся должен:

испытывать:

- уважение к окружающим - признавать право каждого на собственное мнение и принимать решения с учетом позиций всех участников;

- самоуважение и эмоционально-положительное отношение к себе;

- признавать:

- ценность здоровья (своего и окружающих);

- необходимость самовыражения, самореализации;

- осознавать:

- готовность (или неготовность) к самостоятельным поступкам и действиям, принятию ответственности за их результаты;

- готовность (или неготовность) открыто выразить и отстаивать свою позицию и критично относиться к своим поступкам;

проявлять:

- доброжелательность, доверие и внимательность к людям, готовность к сотрудничеству и дружбе, оказанию помощи нуждающимся в ней;

- устойчивый познавательный интерес, инициативу и любознательность в изучении мира веществ и реакций;

- целеустремленность и настойчивость в достижении целей, готовность к преодолению трудностей;

- убежденность в возможности познания природы, необходимости разумного использования достижений науки и технологий для развития общества;

уметь:

- устанавливать связь между целью изучения нанотехнологий и тем, для чего она осуществляется.

Метапредметными результатами изучения курса являются:

- умение самостоятельно планировать пути достижения целей, в том числе альтернативные, осознанно выбирать наиболее эффективные способы решения учебных и познавательных задач;

- умение соотносить свои действия с планируемыми результатами, осуществлять контроль своей деятельности в процессе достижения результата, определять способы действий в рамках предложенных условий и требований, корректировать свои действия в соответствии с изменяющейся ситуацией;

- умение оценивать правильность выполнения учебной задачи, собственные возможности решения;

- владение основами самоконтроля, самооценки, принятия решений и осуществления осознанного выбора в учебной и познавательной деятельности;

- умение определять понятия, создавать обобщения, устанавливать аналогии, классифицировать, самостоятельно выбирать основания и критерии для классификации, устанавливать причинно-следственные связи, строить логическое рассуждение, умозаключение и делать выводы;

- умение организовывать учебное сотрудничество и совместную деятельность с учителем и сверстниками; работать индивидуально и в группе: находить общее решение и разрешать конфликты на основе согласования позиций; формулировать, аргументировать и отстаивать свое мнение;

- умение осознанно использовать речевые средства в соответствии с задачей коммуникации для выражения своих мыслей, планирования и регуляции своей деятельности; владеть устной и письменной речью, монологической контекстной речью.

Предметные результаты изучения курса:

- формирование целостной научной картины мира;

- понимание возрастающей роли естественных наук и научных исследований в современном мире, постоянного процесса эволюции научного знания, значимости международного научного сотрудничества;

- овладение научным подходом к решению различных задач;

- овладение умениями формулировать гипотезы, конструировать, проводить эксперименты, оценивать полученные результаты;

- овладение умением сопоставлять экспериментальные и теоретические знания с объективными реалиями жизни;

- воспитание ответственного и бережного отношения к окружающей среде;

- формирование умений безопасного и эффективного использования лабораторного оборудования, проведения точных измерений и адекватной оценки полученных результатов, представления научно обоснованных аргументов своих действий, основанных на межпредметном анализе учебных задач;

- частные результаты изучения учебного предмета «Физика»:

- формирование представлений о физических основах нанотехнологий: масштабах наномира, основных представлениях квантовой механики, основных типах и уникальных свойствах наноструктур, методах их получения и исследования;

- формирование умений устанавливать связи между реально наблюдаемыми физическими явлениями и процессами, происходящими в микромире и наномире,

объяснять причины различия свойств веществ, зависимость свойств от состава и строения, а также зависимость применения веществ от их свойств.

### **Диагностика результатов обучения**

#### **Формы отслеживания и фиксации образовательных результатов**

В качестве отслеживания и фиксации образовательных результатов используются:

- готовые работы (рефераты, доклады и т.д.);
- практические работы;
- биологические задачи;
- фото и видеоматериалы;
- сертификаты, грамоты, дипломы;
- материалы тестирования;
- протоколы конкурсов, конференций, олимпиад.

#### **Формы предъявления и демонстрации образовательных результатов.**

В качестве форм предъявления и демонстрации образовательных результатов используются:

- аналитические справки по результатам входного (диагностика на начало учебного года), промежуточного и итогового тестирования;
- участие обучающихся в массовых мероприятиях, конкурсах, олимпиадах, научно-практических конференциях естественнонаучной направленности;
- итоговый отчет за год;
- поступление выпускников в профессиональные образовательные организации по профилю.

Программа «Прикладная биология» реализуется в рамках работы детского технопарка «Кванториум» и предполагает работу учащихся в лаборатории по биологии, оборудованной новейшим цифровым оборудованием и программным обеспечением, как, например, современная микроскопическая техника (современные цифровые и световые микроскопы, ноутбуки со специализированными программами для вывода изображения на экран и его обработкой), цифровые лаборатории по физиологии и нейротехнологии. Таким образом, данная программа способствует поддержке учащихся, ориентированных на прикладную научно-исследовательскую работу в сфере биологии.

**Информационное обеспечение программы:** видео-, фото-, интернет источники, учебные пособия, методические материалы.

### **Учебно-тематический план программы «Основы нанотехнологий»**

№	Наименование разделов и тем	Всего часов	Теоретические занятия	Практическое занятие	Форма аттестации/контроля
<b>Раздел 1. Наноматериалы</b>					
1	Введение. Инструктаж по ТБ. Классификация наноматериалов и их свойства. Нанопористые структуры, нанотрубки, нанодисперсии; Наноструктурированные поверхности и плёнки, нанокристаллические материалы	1	1	0	Входная диагностика
2	Микроструктура материалов. Исследование и контроль.	2	1	1	

Раздел 2. Технологии получения наноматериалов					
3	Технологии получения наноматериалов Технологии «сверху вниз» и «снизу вверх» получения наноматериалов	2	1	1	
4	Самоорганизация и самосборка в нанотехнологиях Получение наноразмерных металлических плёнок Нанороботы, наноинструменты и наноматериалы в медицине.	2	1	1	
Раздел 3. Инструменты нанотехнологий					
5	Оптический микроскоп. Магнитная линза Электронный просвечивающий микроскоп. Электронный сканирующий микроскоп.	1	1	0	
6	Полевой ионный микроскоп. Безлинзовый полевой ионный микроскоп — ионный проектор. Сканирующий туннельный микроскоп. Атомно-силовой микроскоп. Металлографический микроскоп исследовательского класса. Стереомикроскоп	2	1	1	
Раздел 4. Нанокластеры, квантовые точки					
7	Кластеры и особенности их свойств Методы получения кластеров. Методы модификации свойств нанокластеров Области применения нанокластеров.	1	1	0	
8	Молекулярный синтез и самосборка	2	1	1	
9	Методы модификации свойств нанокластеров. Области применения нанокластеров	2	1	1	Промежуточн ая диагностика/ Итоговая диагностика
Итого		15	9	6	

### Календарно-учебный график

№	Год обучения	Объем учеб- ных часов	Всего учебных недель	Количество учебных дней	Режим работы
1	1 год обучения	15	15	15	15 занятий по 1 часу

## Содержание программы

### 1. Наноматериалы

Теория: Классификация наноматериалов; наночастицы; нанопористые структуры; нанотрубки; нанодисперсии; наноструктурированные поверхности и плёнки.

Практика: исследование и контроль наноматериалов.

### 2. Технологии получения наноматериалов

Теория: Нанокристаллические материалы; технологии «сверху—вниз» и «снизу—вверх», получения наноматериалов; самоорганизация и самосборка в нанотехнологиях.

Практика: Получение наноразмерных металлических плёнок.

### 3. Инструменты нанотехнологий

Теория: Предел разрешения оптического микроскопа. Критерий Рэлея. Дуализм «волна—частица». Физические предпосылки к созданию электронного микроскопа. Принцип действия магнитной линзы. Устройство электронного просвечивающего микроскопа. Устройство электронного сканирующего микроскопа. Полевой ионный микроскоп: физические принципы, преимущества и недостатки. Безлинзовый полевой ионный микроскоп — ионный проектор. Измерение туннельного тока, принцип действия сканирующего туннельного микроскопа. Работа СТМ в режиме постоянной высоты и в режиме постоянного тока. Работа атомно-силового микроскопа. Силы взаимодействия зонда с поверхностью в АСМ. Режимы работы АСМ.

Практика: работа с металлографическим микроскопом исследовательского класса, стереомикроскопом.

### 4. Нанокластеры, квантовые точки

Теория: Обратимые и необратимые химические реакции. Виды химического равновесия. Закон действующих масс. Константа равновесия. Влияние различных факторов на состояние равновесия. Квантовые точки. Применение кластеров. Условия реализации программы.

Практика: Области применения нанокластеров.

### Материально-техническое обеспечение.

Занятия по программе будут проходить в кабинете №1.

Форма аттестации: промежуточная аттестация осуществляется в процедурной форме – наблюдение. Оценочные материалы: критерии оценки достижения планируемых результатов.

Методическое обеспечение: компьютер с мультимедиа проектором, интерактивная доска.

### Оборудование, инструменты и расходные материалы

- Комплект «Общелабораторные принадлежности»
- Комплект «Расходные материалы для оборудования»
- Комплект «Лабораторная посуда»
- Мультиметр
- Штангенциркуль
- Психрометр гигрометр 15-40
- Психрометр гигрометр 0-25
- Барометр
- Термометр спиртовой
- Набор ареометров

- Вискозиметр 0,56
- Вискозиметр 0,34
- Автоматические микропипетки переменного объёма, мкл: 10–100
- Автоматические микропипетки переменного объёма, мкл: 100–1000
- Автоматические микропипетки переменного объёма, мкл: 1–10
- Кондуктометр карманный
- Ph-метр стационарный
- Электронный термометр
- Муфельная печь
- Сосуд Дьюара
- Рефрактометр
- Источник питания лабораторный
- Сушильный шкаф
- Водяная баня
- Нагревательная плитка
- Магнитная мешалка с подогревом
- Центрифуга
- Класс учебных зондовых профилометров (с СЗМ)
- Ультразвуковая мойка
- Дистиллятор лабораторный
- Гомогенизатор верхнеприводный
- Лабораторные весы
- Аналитические весы
- Фотоаппарат для экспресс фотографирования в лаборатории
- Камера для микроскопа C-Mount
- Стереомикроскоп
- Металлографический микроскоп исследовательского класса

**Кадровое обеспечение:** учитель химии К.М. Солдатова.

**Формы реализации:** очная, без использования дистанционных технологий, без использования сетевой формы.

#### **Список информационных ресурсов**

1. Азаренков, Н.А. 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. - 368 с.
2. Алфимова, М.М. Занимательные нанотехнологии / М.М. Алфимова. - М.: Бином, 2015. - 96 с.
3. Алфимова, М.М. Занимательные нанотехнологии / М.М. Алфимова. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2010. - 96 с.
4. Алфимова, М.М. Занимательные нанотехнологии / М.М. Алфимова. - М.: Бином. ЛЗ, Парк-Медиа, 2011. - 96 с.
5. Альтман, Ю. Военные нанотехнологии. Возможности применения и превентивного контроля вооружений / Ю. Альтман. - М.: Техносфера, 2008. - 424 с.
6. Альтман, Ю. Военные нанотехнологии. Возможности применения и превентивного

- контроля вооружений / Ю. Альтман. - М.: Техносфера, 2008. - 424 с.
7. Баксанский, О.Е. Нанотехнологии, биомедицина, философия образования в зеркале междисциплинарного контекста / О.Е. Баксанский, Е.Н. Гнатик, Е.Н. Кучер. - М.: КД Либроком, 2010. - 224 с.
  8. Баксанский, О.Е. Нанотехнологии, биомедицина, философия образования в зеркале междисциплинарного контекста / О.Е. Баксанский, Е.Н. Гнатик, Е.Н. Кучер. - М.: Ленанд, 2018. - 222 с.
  9. Балабанов, В.И. Нанотехнологии: правда и вымысел / В.И. Балабанов. - М.: Эксмо, 2010. - 384 с.
  10. Гончаров, С.А. Нанотехнологии и нанокристаллические материалы в горной промышленности: Учебное пособие / С.А. Гончаров, Н.Ю. Чернегов. - М.: МГГУ, Горная книга, 2009. - 100 с.
  11. Гусев, А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии / А.И. Гусев. - М.: Физматлит, 2009. - 416 с.
  12. Гусев, А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии / А.И. Гусев. - М.: Физматлит, 2007. - 416 с.
  13. Ковшов, А.Н. Основы нанотехнологии в технике: Учебное пособие для студентов высших учебных заведений / А.Н. Ковшов, Ю.Ф. Назаров, И.М. Ибрагимов. - М.: ИЦ Академия, 2011. - 240 с.
  14. Ковшов, А.Н. Основы нанотехнологии в технике: Учебное пособие / А.Н. Ковшов. - М.: Academia, 2015. - 168 с.
  15. Ковшов, А.Н. Основы нанотехнологии в технике: Учебное пособие / А.Н. Ковшов. - М.: Академия, 2018. - 208 с.
  16. Кузнецов, Н.Т. Основы нанотехнологии: Учебник / Н.Т. Кузнецов. - М.: Бином, 2014. - 397 с.
  17. Мальцев, П.П. Наноматериалы. Нанотехнологии. Наносистемная техника. Мировые достижения-2008 год / П.П. Мальцев. - М.: Техносфера, 2008. - 432 с.
  18. Мартинес-Дуарт, Д.М. Мир материалов и технологий. Нанотехнологии для микро- и оптоэлектроники / Д.М. Мартинес-Дуарт, Р. Д. Мартин-Палма, Ф. Агулло-Руеда. - М.: Техносфера, 2009. - 368 с.
  19. Мартинес-Дуарт, Дж.М. Нанотехнологии для микро- и оптоэлектроники / Дж.М. Мартинес-Дуарт. - М.: Техносфера, 2009. - 368 с.
  20. Мартинес-Дуарт, Дж.М. Нанотехнологии для микро- и оптоэлектроники / Дж.М. Мартинес-Дуарт и др. - М.: Техносфера, 2007. - 368 с.
  21. Неволин, В. Зондовые нанотехнологии в электронике / В. Неволин. - М.: Техносфера, 2006. - 160 с.
  22. Неволин, В. Квантовая физика и нанотехнологии. / В. Неволин. - М.: Техносфера, 2011. - 128 с.
  23. Неволин, В. Квантовая физика и нанотехнологии. / В. Неволин. - М.: Техносфера, 2013. - 128 с.
  24. Неволин, В.К. Зондовые нанотехнологии в электронике / В.К. Неволин. - М.: Техносфера, 2005. - 152 с.
  25. Неволин, В.К. Зондовые нанотехнологии в электронике / В.К. Неволин. - М.: Техносфера, 2006. - 160 с.
  26. Неволин, В.К. Квантовая физика и нанотехнологии / В.К. Неволин. - М.: Техносфера, 2013. - 128 с.

27. Неволин, В.К. Квантовая физика и нанотехнологии / В.К. Неволин. - М.: Техносфера, 2011. - 128 с.
28. Полянчиков, Ю.Н. Нанотехнологии в машиностроении / Ю.Н. Полянчиков, А.Г. Схиртладзе, А.Н. Воронцова. - Вологда: Инфра-Инженерия, 2016. - 92 с.
29. Полянчиков, Ю.Н. Нанотехнологии в машиностроении: Учебное пособие / Ю.Н. Полянчиков, А.Г. Схиртладзе, А.Н. Воронцова. - Ст. Оскол: ТНТ, 2012. - 92 с.
30. Попов, А.М. Вычислительные нанотехнологии: Учебное пособие / А.М. Попов. - М.: КноРус, 2017. - 126 с.
31. Пул, Оуэнс Нанотехнологии / Оуэнс Пул. - М.: Техносфера, 2010. - 336 с.
32. Пул, Ч. Нанотехнологии / Ч. Пул, Ф. Оуэнс. - М.: Техносфера, 2009. - 336 с.
33. Пул, Ч. Нанотехнологии / Ч. Пул, Ф. Оуэнс. - М.: Техносфера, 2006. - 336 с.
34. Рамбиди, Н.Г. Нанотехнологии и молекулярные компьютеры / Н.Г. Рамбиди. - М.: Физматлит, 2007. - 256 с.
35. Солнцев, Ю.П. Нанотехнологии и специальные материалы / Ю.П. Солнцев. - СПб.: Химиздат, 2009. - 336 с.
36. Солнцев, Ю.П. Нанотехнологии и специальные материалы / Ю.П. Солнцев, Е.И. Пряхин, С.А. Вологжанина и др. - Вологда: Инфра-Инженерия, 2009. - 336 с.
37. Солнцев, Ю.П. Нанотехнологии и специальные материалы: Учебное пособие для вузов / Ю.П. Солнцев, Е.И. Пряхин, С.А. Вологжанина, А.П. Петкова. - СПб.: Химиздат, 2009. - 336 с.
38. Старостин, В.В. Материалы и методы нанотехнологии: Учебное пособие / В.В. Старостин. - М.: Бином, 2016. - 431 с.
39. Старостин, Н. Материалы и методы нанотехнологии. / Н. Старостин. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. - 431 с.
40. Старостин, Н. Материалы и методы нанотехнологии: Учебное пособие / Н. Старостин. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2010. - 431 с.
41. Третьяков, Ю.Д. Нанотехнологии. Азбука для всех / Ю.Д. Третьяков. - М.: Физматлит, 2010. - 368 с.
42. Уильямс, Л. Нанотехнологии без тайн / Л. Уильямс. - М.: Эксмо, 2009. - 368 с.
43. Уильямс, Л. Нанотехнологии без тайн / Л. Уильямс, У. Адамс. - М.: Эксмо, 2010. - 368 с.
44. Фахльман, Б. Химия новых материалов и нанотехнологии Учебно-справочное руководство / Б. Фахльман. - Вологда: Инфра-Инженерия, 2011. - 800 с.
45. Фостер, Л. Нанотехнологии Наука, инновации и возможности / Л. Фостер. - М.: Техносфера, 2008. - 352 с.
46. Фостер, Л. Нанотехнологии. Наука, инновации и возможности. Пер. с англ. / Л. Фостер. - М.: Техносфера, 2008. - 352 с.
47. Фостер, Л. Нанотехнологии. Наука, инновации и возможности / Л. Фостер. - М.: Техносфера, 2008. - 352 с.
48. Халл, М. Нанотехнологии и экология: риски, нормативно-правовое регулирование и управление / М. Халл. - М.: БИНОМ. ЛЗ, 2013. - 344 с.
49. Хартман, У. Очарование нанотехнологии / У. Хартман. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2010. - 173 с.
50. Хартманн, У. Очарование нанотехнологии / У. Хартманн. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. - 173 с.
51. Чаплыгин, Ю.А. Нанотехнологии в электронике - 3, 1 / Ю.А. Чаплыгин. - М.:

- Техносфера, 2016. - 480 с.
52. Чаплыгин, Ю.А. Нанотехнологии в электронике-3.1. / Ю.А. Чаплыгин. - М.: Техносфера, 2016. - 480 с.
  53. Черненко, Г.Т. Нанотехнологии: настоящее и будущее: Школьный путеводитель / Г.Т. Черненко; Ил. А.А. Иванова. - СПб.: БКК, А.В.К.-Тимошка, 2012. - 80 с.
  54. Эрлих, Г. Малые объекты - большие идеи. Широкий взгляд на нанотехнологии / Г. Эрлих. - М.: БИНОМ. ЛЗ, 2012. - 254 с.
  55. Эрлих, Г. Малые объекты-большие идеи. Широкий взгляд на нанотехнологии / Г. Эрлих. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. - 254 с.
  56. Эрлих, Г.В. Малые объекты - большие идеи. Широкий взгляд на нанотехнологии / Г.В. Эрлих. - М.: Бином, 2012. - 254 с.
  57. Эрлих, Г.В. Малые объекты - большие идеи. Широкий взгляд на нанотехнологии / Г.В. Эрлих. - М.: Бином, 2014. - 254 с.
  58. Эрлих, Г.В. Малые объекты-большие идеи. Широкой взгляд на нанотехнологии. / Г.В. Эрлих. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2012. - 254 с.
  59. Яо, Нан Справочник по микроскопии для нанотехнологии / Нан Яо, Чжун Лин Ван, И.В. Яминский. - Вологда: Инфра-Инженерия, 2011. - 712 с.