

**Отдел по образованию администрации  
городского округа город Михайловка**

**Муниципальное казенное общеобразовательное учреждение «Средняя школа № 10  
городского округа город Михайловка Волгоградской области»**

Принята на заседании  
педагогического совета  
От «30» августа 2023  
Протокол № 1

Утверждаю  
Директор МКОУ СШ № 10  
М.п. Лепилина Е.А.



**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ  
ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ПРОГРАММА  
ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ  
«НАНОКВАНТУМ»**

**Возраст обучающихся 14-15 лет  
Срок реализации программы 1 год**

**Автор-составитель программы  
Лисичкина Ольга Викторовна  
Педагог дополнительного образования**

**г. Михайловка, 2023 г**

## **Пояснительная записка**

Дополнительная общеразвивающая программа "Наноквантум":  
по направленности – естественнонаучная;  
по функциональному предназначению – учебно-познавательная;  
по форме организации – групповая;  
по времени реализации – 72 часа.  
возрастной уровень детей – 12-15 лет.

Дополнительная общеразвивающая программа "Наноквантум" разработана на основе методического пособия "Наноквантум туллит" (авт.: Михаил Мухин, Иван Мухин, Александр Голубок.) и образовательной программы "Образовательная программа дополнительного образования детей в области основ нанотехнологий, рекомендуемая для федеральной сети детских технопарков "Кванториум"". Сохраняющая образовательные цели, использован собственный опыт работы по данному направлению с учетом требований к дополнительным общеразвивающим программам.

Проектная деятельность является очень важным и эффективным механизмом формирования у обучающихся способности самостоятельно мыслить, добывать и применять знания, тщательно обдумывать принимаемые решения, четко планировать действия, эффективно сотрудничать в разнообразных группах. Современные педагогические исследования показывают, что проектная деятельность развивает исследовательские и творческие способности обучающихся, повышает их мотивацию к получению дополнительных знаний и развивает их самостоятельную активность, активизирует процесс включения обучающихся в познавательную деятельность.

Программа разработана на основе:

- 1) Федерального закона № 273-ФЗ "Об образовании в Российской Федерации";
- 2) Конвенции о правах ребенка от 13.06.1990 г. № 1559-I;
- 3) Приказа Министерства просвещения РФ от 09.11.2018 г. № 196 "Об утверждении порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам";
- 4) "Профессионального стандарта педагога дополнительного образования детей и взрослых";
- 5) Концепции развития дополнительного образования детей (распоряжение Правительства РФ от 04.09.2014 г. № 1726-р);
- 6) Инструкции по технике безопасности;
- 7) СанПиН 2.4.5.3172-14.

### **Направленность образовательной программы "Наноквантум"**

Образовательная программа дополнительного образования детей в области основ нанотехнологий, направление "Наноквантум", определяет содержание и организацию образовательного процесса и направлена на:

- популяризацию естественно-научной деятельности;
- популяризацию нанотехнологического производства;
- углубленное знакомство подростков с основами научно-исследовательской, инженерно-конструкторской, управленческой и техно-предпринимательской деятельности. Образовательная программа: задает вектор образовательного процесса в логике деятельностного подхода и освоения школьниками норм и освоения школьниками норм исследовательской и проектной деятельности в рамках технологических областей nanoиндустрии "Качество жизни", "Энергоэффективность", "Новые материалы и покрытия" "Нанoeлектроника, оптоэлектроника, фотоника", "Передовые производственные технологии";

- описывает методологические, педагогические, организационные условия основания, необходимые для организации образовательного процесса;
- включает в себя образовательные модули разного уровня сложности и учебно-методические материалы к данным модулям и позволяет организовать образовательный процесс по заданным нормам.

### **Актуальность программы**

Интерес к наноразмерным системам, то есть системам, один из компонентов которых имеет размер, лежащий в диапазоне (1 – 100) нм хотя бы по одному из измерений, обусловлен появлением новых качеств, которые не удается реализовать ни на атомно-молекулярном уровне, ни на макроскопическом объемном уровне вещества. Вопросы создания и применения наноразмерных материалов становятся все более актуальными по мере развития тенденции минимизации технических и информационно-технических систем и обретения ими принципиально новых функциональных характеристик. 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.

### **Отличительные особенности**

В ходе занятий по данной программе учащиеся приобретут базовые знания по химии, физики, биологии и материаловедению. Приобретут навыки работы в лаборатории. Базовые знания по работе со сложными аналитическими аппаратами. Навыки работы с большим массивом информации. Практика решения изобретательских задач. Практика публичного выступления. Базовый модуль подразумевает обязательное участие в практико-ориентированном исследовательском проекте.

### **Адресат программы**

Возраст детей, участвующих в реализации данной общеразвивающей программы: от 12 до 18 лет.

В этом возрасте обучающиеся способны на достаточно хорошем уровне выполнять предлагаемые задания. У них сформированы базовые компетенции в области алгоритмизации, программировании и конструировании устройств.

### **Объем и срок освоения программы**

Программа рассчитана на 72 учебных часа.

### **Формы обучения и виды занятий**

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 организации обучения: групповая. Так как обучающиеся выполняют собственные творческие работы, в ходе занятия применяется индивидуальный подход к каждому ребенку.

Методы обучения: словесные (устное изложение, беседа, объяснение), наглядные (показ видеоматериала, иллюстраций, приемов исполнения, работа по образцу), практические (выполнение творческого задания).

Занятия по типу проведения: комбинированные. Теоретическая часть обеспечивает реализацию основной идеи программы. Практическая часть занимает большее количество времени.

Возможные формы проведения занятий: беседа, конкурс, соревнование, игровая программа, открытое занятие, мастер-класс, мастерская.

Основной метод работы в творческом объединении – практическая работа.

### **Сроки освоения программы**

Дополнительная общеразвивающая программа "Наноквантум" рассчитана 72 учебных часа.

I уровень – Базовый модуль.

Включает в себя объем обязательных знаний, умений и навыков, обеспечивающих успех в применении теории решения изобретательских задач в инженерии, ведения научной деятельности. А также формирует платформу для освоения углубленного модуля.

### **Режим занятий**

Занятия проводятся 2 раза в неделю по 2 академических, за 72 часа в соответствии с СанПиН 2.4.4.3172-14 от 04.07.2014 г. №41.

### **Цель программы**

Целью данной программы является формирование у обучающихся научного мировоззрения, пробуждения интереса к инновационной, аналитической, творческой и интеллектуальной деятельности, закрепление теоретических знаний (полученных при изучении базовых модулей), формирование конкретных прикладных навыков и умений, а также обучение работы в команде.

### **Задачи программы**

В ходе достижения цели решаются задачи:

#### **Предметные:**

- 1) познакомить со спецификой инженерно-научной деятельности;
- 2) научить изучать, анализировать и представлять объекты в наноизмерении.

#### **Метапредметные:**

- 1) познакомить обучающихся с основами проектной деятельности;
- 2) привить навыки командной работы;
- 3) научить практической работе с высоко технологическим оборудованием;
- 4) сформировать навыки к профессиональному самоопределению;
- 5) научить практической работе с электронными компонентами.

#### **Личностные:**

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

### **Учебный план**

№ п/п	Название раздела, темы	Количество часов			Форма аттестации/контроля
		Всего	Теория	Практика	
Вводный модуль					
1.	Открытие программы.	4	2	2	беседа, практикум

2.	Знакомство с оптической микроскопией.	4	2	2	беседа, практикум
3.	Элементарные основы нанотехнологии	32	10	22	беседа, практикум
4.	Знакомство с рН-метрией, спектрофотометрией, рефрактометрией, кондуктометрией	8	2	6	беседа, практикум
5.	Проектная деятельность. Знакомство, этапы, структура.	4	2	2	беседа, практикум
6.	Этапы развития проекта.	6	2	4	беседа, практикум
7.	Основы сканирующей зондовой микроскопии.	8	2	6	беседа, практикум
8.	Формирование образа профессиональной деятельности	4	2	2	беседа, практикум
9.	Фестиваль по итогам работы с модулями	2	-	2	Публичные выступления
	<b>Итого</b>	<b>72</b>	<b>24</b>	<b>48</b>	

### Содержание программы

#### 1. Открытие программы.

##### 1.1. Техника безопасности в исследовательской лаборатории.

Общая информация о детском технопарке «Кванториум» и о направлении «Наноквантум»

Теория: Вводный инструктаж по технике безопасности, правила поведения и работы в технопарке и Наноквантуме.

Практика: Игровые форматы знакомства с оборудованием, беседа, устный тест.

##### 1.2. Как работают ученые-исследователи и инженеры.

Теория: Сформировать представления о специфике и базовых форматах деятельности ученых-исследователей, инженеров-конструкторов, инженеров-проектировщиков. Приобрести представление об особенностях инженерно-конструкторской деятельности в привязке к бионике и нанотехнологиям.

Практика: Найти и самостоятельно обнаружить различия в специфике способов деятельности ученых-исследователей и инженеров (в том числе инженеров-проектировщиков, инженеров-конструкторов). Провести испытания свойств материалов с «эффектом геккона» с использованием простых физических приборов (динамометра). Оценить процедуру испытаний с точки зрения базового формата деятельности (инженерная, исследовательская). Познакомиться с современными методами исследования веществ и материалов. Получить опыт подготовки и участия в кратких устных выступлениях по теме своей проектной задачи.

#### 2. Знакомство с оптической микроскопией.

##### 2.1. Изучение устройства оптического микроскопа.

Теория: Поиск информации в интернете об устройстве микроскопа. Как и для чего ведется работа на микроскопе.

Практика: Беседа, публичные выступления, работа с микроскопом и препаратами.

##### 2.2. Определение структурных характеристик минералов, металлов.

Теория: Изучение характеристик минералов, металлов. Влияние их структуры на свойства.

Практика: Беседа, публичные выступления, изготовление микрошлифов.

### 3. Элементарные основы нанотехнологий.

#### 3.1. Как нанотехнологии меняют свойства окружающих нас материалов?

Теория: Общее представление о том, что такое нанотехнологии и какие аспекты нашей жизни они могут изменить. Представления о наноразмерности.

Практика: Проведение опыта с пирофорным железом.

#### 3.2. Как нанотехнологии меняют свойства окружающих нас материалов?

Теория: Знакомство с супергидрофобностью.

Практика: Обработка ткани или стекла гидрофобизатором

#### 3.3. Как нанотехнологии меняют свойства окружающих нас материалов?

Практика: Определение краевого угла смачивания

#### 3.4. Многофункциональные наноматериалы в повседневной жизни.

Теория: Знакомство с материалами нового поколения: аэрогелем

Практика: Практическое знакомство со свойствами аэрогеля.

#### 3.5. Многофункциональные наноматериалы в повседневной жизни

Теория: Знакомство с материалами нового поколения: магнитными жидкостями.

Практика: Получение псевдоферромагнитной жидкости.

#### 3.6. Многофункциональные наноматериалы в повседневной жизни.

Теория: Знакомство со свойствами материалов и областями применения.

Практика: Воспроизведение эксперимента Фабиана Эфнера

#### 3.7. Материалы настоящего и будущего.

Теория: Композитные материалы.

#### 3.8. Материалы настоящего и будущего.

Теория: Карбон. Способ получения карбона.

#### 3.9. Материалы настоящего и будущего.

Практика: Работа с эпоксидной смолой

#### 3.10. Материалы настоящего и будущего.

Практика: Испытание свойств карбона.

#### 3.11. Материалы настоящего и будущего.

Теория: Причины прочности карбона.

#### 3.12. Материалы настоящего и будущего.

Теория: Нанопокрытия

#### 3.13. Материалы настоящего и будущего.

Практика: Изучение свойств нанопокровтий. Анализ структур.

#### 3.14. Материалы настоящего и будущего

Теория: Молекулярные машины

#### 3.15. Материалы настоящего и будущего

Практика: Изготовление макета молекулярной машины

#### 3.16. Материалы настоящего и будущего

Практика: Изготовление макета молекулярной машины

#### 3.17. Материалы настоящего и будущего.

4. Знакомство с рН-метрией, спектрофотометрией, рефрактометрией, кондуктометрией.

#### 4.1. Знакомство с рН-метрией.

Теория: Изучение основ рН-метрии. Поиск информации в интернете об устройстве установок. Изучение методик приготовления образцов.

Практика: Беседа, публичные выступления, работа с установками. Обсуждение полученных результатов.

4.2. Знакомство с спектрофотометрией.

Теория: Изучение основ спектрофотометрии. Поиск информации в интернете об устройстве установок. Изучение методик приготовления образцов.

Практика: Беседа, публичные выступления, работа с установками. Обсуждение полученных результатов.

4.3. Знакомство рефрактометрией.

Теория: Изучение основ рефрактометрии. Поиск информации в интернете об устройстве установок. Изучение методик приготовления образцов.

Практика: Беседа, публичные выступления, работа с установками. Обсуждение полученных результатов.

4.4. Знакомство с кондуктометрией.

Теория: Изучение основ кондуктометрии, Поиск информации в интернете об устройстве установок. Изучение методик приготовления образцов.

Практика: Беседа, публичные выступления, работа с установками. Обсуждение полученных результатов.

5. Проектная деятельность. Знакомство, этапы, структура.

5.1. Проектная деятельность. Знакомство, этапы, структура.

Теория: Изучение основ проектной деятельности. Знакомство с этапами и структурой проекта. Во время проекта обучающиеся учатся самостоятельно четко определять цель, составлять план для достижения поставленной задачи, грамотно подбирать информацию и использовать ее, разработать график работы и стараться выполнить работу в срок.

5.2. Проектная деятельность. Знакомство, этапы, структура.

Практика: Беседа, публичные выступления, поиск информации в интернете. Проведение деловой игры.

6. Этапы развития проекта.

6.1. Этапы развития проекта.

Теория: Изучение жизненного цикла проекта. Обучение основам проектного менеджмента. Изучение методов управления проектами.

6.2. Этапы развития проекта.

Практика: Работа с приложения для управления проектами. Проведение деловых игр.

6.3. Этапы развития проекта.

Практика: Работа с приложения для управления проектами. Проведение деловых игр.

7. Основы сканирующей зондовой микроскопии.

7.1. Устройство сканирующего - зондового микроскопа.

Теория: Поиск информации в интернете об устройстве микроскопа. Как и для чего ведется работа на микроскопе.

Практика: Беседа, публичные выступления, работа на тренажёре.

7.2. Изготовление зондов для сканирующего – зондового микроскопа.

Теория: Изучение, как и из чего создаются зонды для сканирования.

Практика: Изготовление зондов для сканирования. Определения угла заточки зонда.

7.3. Сканирование готовых образцов и изготовление образцов для последующего сканирования.

Практика: Получение изображений поверхности калибровочных образцов. Анализ полученных результатов. Изготовление образцов для сканирования. Сканирование полученных образцов.

7.4. Сканирование готовых образцов и изготовление образцов для последующего сканирования.

Практика: Получение изображений поверхности калибровочных образцов. Анализ полученных результатов. Изготовление образцов для сканирования. Сканирование полученных образцов.

8. Формирование образа профессиональной деятельности.

8.1. Формирование образа профессиональной деятельности

Теория: Встречи с инженерами, технологами, управленцами, техно-предпринимателями.

Рассказы о научных и технологических трендах развития, рассказы об управленческих кейсах и вариантах их решений, требованиях к специалистам разного уровня.

8.2. Формирование образа профессиональной деятельности

Практика: Возможные посещения производственных площадок, знакомство с продукцией предприятий (в том числе - нанотехнологической отрасли), знакомство с технологиями производства, с маркетинговыми стратегиями и PR компаниями

9. Фестиваль по итогам работы с модулями.

Теория: Предметное и деятельностное содержание изученных модулей.

Практика: Подготовка стендов и презентаций, подготовка и проведение миниэкспериментов, ответы на вопросы.

### **Ожидаемые результаты**

По окончании обучения обучающиеся:

*будут знать:*

- 1) основы и принципы теории решения научно-исследовательских задач;
- 2) о методах проведения научного исследования;
- 3) актуальных задачах современного естествознания и нанотехнологий;

*будут уметь:*

- 1) творчески решать технические задачи;
- 2) правильно организовывать рабочее место и время для достижения поставленной цели;
- 3) умение выбрать объект исследования
- 4) формулировать рабочую гипотезу, проверить ее и оценить достоверность полученных результатов

*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 самостоятельность;
- 4) коммуникабельность и умение работать в команде.

### **Документы, предоставляемые при успешном освоении программы**

По окончании вводного модуля обучающемуся выдается сертификат за успешную защиту проекта.



### **Ключевые слова при поиске программы**

Химия, физика, биология, медицина, нанотехнологии, материаловедение, оптика, электроника, гидрофобность, оптическая микроскопия, сканирующая зондовая микроскопия.

### **Комплекс организационно-педагогических условий**

#### **Формы аттестации**

Для определения результативности усвоения общеразвивающей программы «Наноквантум» используются следующие формы аттестации: педагогическое наблюдение, мониторинг (для выявления личностного роста и развития творческой деятельности), беседа, опрос, диагностика, самодиагностика, тестирование, анализ результатов конкурсов, смотров и выставок.

#### **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:

- 1) стартовая, прогностическая (проводится при наборе детей);
- 2) текущая, промежуточная (проводится в течение обучения);
- 3) итоговая (проводится в конце обучения).

#### **Методические материалы**

Для успешного выполнения программы потребуются следующие материалы и программное обеспечение:

- 1) ПО специализированное для аналитического оборудования;
- 2) ПО офисное;
- 3) презентационное оборудование;
- 4) интерактивный комплект.

Дополнительное оборудование:

- 1) обучающие материалы;
- 2) система хранения материала;
- 3) расходные материалы.

#### **Календарный график**

№	Тема занятия	Кол-во часов	Форма занятия	Форма контроля
1.	Открытие программы. Техника безопасности в исследовательской лаборатории.	2	беседа	устный тест
2.	Открытие программы. Как работают ученые-исследователи и инженеры.	2	беседа, практическая работа	практикум
3.	Знакомство с оптической микроскопией. Изучение устройства оптического микроскопа.	2	беседа, практическая работа	практикум
4.	Знакомство с оптической микроскопией. Определение структурных характеристик минералов, металлов.	2	беседа, практическая работа	практикум

5.	Элементарные основы нанотехнологий. Как нанотехнологии меняют свойства окружающих нас материалов?	2	беседа, практическая работа	практикум
6.	Элементарные основы нанотехнологий. Как нанотехнологии меняют свойства окружающих нас материалов?	2	беседа, практическая работа	практикум
7.	Элементарные основы нанотехнологий. Как нанотехнологии меняют свойства окружающих нас материалов?	2	беседа, практическая работа	практикум
8.	Элементарные основы нанотехнологий. Как нанотехнологии меняют свойства окружающих нас материалов?	2	беседа, практическая работа	практикум
9.	Элементарные основы нанотехнологий. Многофункциональные наноматериалы в повседневной жизни.	2	беседа, практическая работа	практикум
10.	Элементарные основы нанотехнологий. Многофункциональные наноматериалы в повседневной жизни.	2	беседа, практическая работа	практикум
11.	Элементарные основы нанотехнологий. Многофункциональные наноматериалы в повседневной жизни..	2	беседа, практическая работа	практикум
12.	Элементарные основы нанотехнологий. Многофункциональные наноматериалы в повседневной жизни.	2	беседа, практическая работа	практикум
13.	Элементарные основы нанотехнологий. Многофункциональные наноматериалы в повседневной жизни.	2	беседа, практическая работа	практикум
14.	Элементарные основы нанотехнологий. Многофункциональные наноматериалы в повседневной жизни.	2	беседа, практическая работа	практикум
15.	Элементарные основы нанотехнологий. Материалы	2	беседа, практическая	практикум

	настоящего и будущего.		работа	
16.	Элементарные основы нанотехнологий. Материалы настоящего и будущего.	2	беседа, практическая работа	практикум
17.	Элементарные основы нанотехнологий. Материалы настоящего и будущего.	2	беседа, практическая работа	практикум
18.	Элементарные основы нанотехнологий. Материалы настоящего и будущего.	2	беседа, практическая работа	практикум
19.	Элементарные основы нанотехнологий. Материалы настоящего и будущего.	2	беседа, практическая работа	практикум
20.	Элементарные основы нанотехнологий. Материалы настоящего и будущего.	2	беседа, практическая работа	практикум
21.	Знакомство с рН-метрией, спектрофотометрией, рефрактометрией, кондуктометрией	2	беседа, практическая работа	практикум
22.	Знакомство с рН-метрией, спектрофотометрией, рефрактометрией, кондуктометрией	2	беседа, практическая работа	практикум
23.	Знакомство с рН-метрией, спектрофотометрией, рефрактометрией, кондуктометрией	2	беседа, практическая работа	практикум
24.	Знакомство с рН-метрией, спектрофотометрией, рефрактометрией, кондуктометрией	2	беседа, практическая работа	практикум
25.	Проектная деятельность. Знакомство, этапы, структура	2	беседа, практическая работа	практикум
26.	Проектная деятельность. Знакомство, этапы, структура	2	беседа, практическая работа	практикум
27.	Этапы развития проекта	2	беседа, практическая работа	практикум
28.	Этапы развития проекта	2	беседа, практическая работа	практикум
29.	Этапы развития проекта	2	беседа, практическая работа	практикум
30.	Основы сканирующей зондовой микроскопии.	2	беседа, практическая	практикум

	Устройство сканирующего - зондового микроскопа.		работа	
31.	Основы сканирующей зондовой микроскопии. Изготовление зондов для сканирующего зондового микроскопа	2	беседа, практическая работа	практикум
32.	Основы сканирующей зондовой микроскопии. Сканирование готовых образцов и изготовление образцов для последующего сканирования.	2	беседа, практическая работа	практикум
33.	Основы сканирующей зондовой микроскопии. Сканирование готовых образцов и изготовление образцов для последующего сканирования.	2	беседа, практическая работа	практикум
34.	Формирование образа профессиональной деятельности	2	беседа, практическая работа	практикум
35.	Формирование образа профессиональной деятельности	2	беседа, практическая работа	практикум
36.	Фестиваль по итогам работы с модулями	2		практикум

### 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., Сеницына 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. Подошлов, Р.З. Сагдеев. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2011. – 432 с.
4. Гусев А. И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. – М.: 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 тулкит - <https://drive.google.com/file/d/1rvVcK0EDnwugtmoa-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=1dVpKGi0tsKAEa-UICH0Y5IMhIm1qsvTS>