

**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" "Наноэлектроника, 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
	Итого	72	24	48	

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>