

Государственное областное автономное образовательное  
учреждение  
«Центр поддержки одаренных детей «Стратегия»  
Детский технопарк «Кванториум»

Рассмотрена и принята на заседании  
Педагогического совета ГОАОУ «Центр  
поддержки одаренных детей «Стратегия»

Протокол от 28.08.2020 г. № 1

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор ГОАОУ «Центр поддержки  
одаренных детей «Стратегия»  
В.В. Моргачев  
Приказ от 28.08.2020 г. № 96-п



**Дополнительная общеразвивающая программа  
технической направленности  
"Наноквантум» (Линия 0)**

Возраст обучающихся: 11-16 лет.

Срок реализации: 1 год.

Авторы программы:  
Андрянцева С.А., педагог дополнительного  
образования,  
Денекова Н.А., педагог дополнительного  
образования,  
Лупова И.А., методист

г. Липецк, 2020

## СОДЕРЖАНИЕ

I. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА.....	3
1.1. Направленность программы.....	3
1.2. Актуальность программы.....	3
1.3. Отличительные особенности программы.....	4
1.4. Возраст обучающихся, участвующих в реализации программы.....	5
1.5. Объем и срок освоения программы, режим занятий.....	5
1.6. Формы обучения.....	5
1.7. Особенности организации образовательного процесса.....	5
1.8. Цель и задачи программы.....	6
II. УЧЕБНЫЙ ПЛАН.....	9
III. УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН.....	10
IV. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ.....	14
V. КАЛЕНДАРНО-ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ.....	16
VI. ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И СПОСОБЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИХ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ.....	17
6.1. Планируемые результаты освоения программы.....	17
6.2. Способы и формы проверки результатов освоения программы.....	18
6.3. Форма подведения итогов реализации.....	19
VII. Методическое обеспечение.....	19
7.1. Особенности организации учебного процесса и учебных занятий.....	19
7.2. Дидактические материалы.....	19
7.3. Организационно-педагогические условия.....	19
7.4. Материально-техническое обеспечение.....	20
VIII. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	21
Приложение 1. Модель разноуровневой общеразвивающей программы «Наноквантум» ..	23
Приложение 2. Примерная итоговая контрольная работа.....	33
Приложение 3. Правила выбора темы и примерные темы проектных работ.....	37
Приложение 4. Примеры кейсов для решения практикумов и лабораторных работ.....	39

# **I. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

## **1.1. Направленность программы**

Дополнительная общеразвивающая программа «Наноквантум. Линия 0» имеет техническую направленность.

## **1.2. Актуальность программы**

Актуальность программы обусловлена интересом к наноразмерным системам, то есть системам, один из компонентов которых имеет размер, лежащий в диапазоне 1...100 нм хотя бы по одному из измерений. 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. В рамках обучения в наноквантуме у школьников формируются знания о методах и технологиях получения нанопорошков, нанослоев, наногетероструктур и наноструктурированных материалов, в основе которых лежат различные физические и физико-химические процессы. что 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.

### **1.3. Отличительные особенности программы**

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

Программа содержит признаки разноуровневости (Приложение 1):

1. Наличие в программе модели, отражающей содержание разных типов уровней сложности учебного материала и соответствующих им достижений участников программы (Таблица 1. Модель разноуровневой дополнительной общеразвивающей программы «Наноквантум. Линия 0»).

2. В программе описаны критерии, на основании которых ведется индивидуальное оценивание деятельности ребенка (Таблица 2. Мониторинг результатов

обучения ребёнка по дополнительной общеразвивающей программе «Наноквантум. Линия 0»).

3. Программа предусматривает методику определения динамики развития ребенка в процессе освоения им дополнительной общеразвивающей программы (Таблица 3. Индивидуальная карточка учета результатов обучения ребенка по дополнительной общеразвивающей программе «Наноквантум. Линия 0»)

4. Методически описано содержание деятельности по освоению предметного содержания общеразвивающей программы по уровням (Таблица 4. Характеристика деятельности по освоению предметного содержания дополнительной общеразвивающей программы «Наноквантум. Линия 0»)

5. Программа содержит описание диагностики и контроля, направленных на выявление возможностей, обучающихся к освоению определенного уровня содержания программы (Приложение 2).

#### **1.4. Возраст обучающихся, участвующих в освоении программы**

В реализации данной программы участвуют обучающиеся 11-16 лет.

#### **1.5. Объем и срок освоение программы, режим занятий**

Срок реализации программы – 1 год. Программа рассчитана на 36 недель; 6 часов в неделю; всего – 216 учебных часов в год. Количество занятий в неделю – 6; проводятся по 3 часа два раза в неделю. Продолжительность занятия – 40 минут. Между занятиями предусмотрен перерыв в 10 минут.

**1.6. Форма обучения** – очная, с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (при необходимости).

#### **1.7. Особенности организации образовательного процесса**

Образовательный процесс (занятия) осуществляется в группах детей разного возраста. Состав группы постоянный; количество обучающихся в группе – 12-15 человек.

Программа предоставляет обучающимся возможность освоения учебного содержания занятий с учетом их уровней общего развития, способностей, мотивации. В рамках программы предполагается реализация параллельных процессов освоения содержания программы на разных уровнях доступности и степени сложности, с опорой на диагностику стартовых возможностей каждого из участников. Содержание, предлагаемые задания и задачи, предметный материал программы дополнительного образования детей организованы в соответствии со следующими уровнями сложности:

1) «Начальный уровень». Участнику предлагается знакомство с основными представлениями, не требующими владения специализированными предметными знаниями и концепциями, участие в решении заданий и задач, обладающих минимальным уровнем сложности, необходимым для освоения содержания программы.

2) «Базовый уровень». Участнику предлагается участие в постановке и решении таких заданий и задач, для которых необходимо использование специализированных предметных знаний, концепций.

3) «Продвинутый уровень». Участнику предлагается участие в постановке и решении таких заданий и задач, для которых необходимо использование сложных, специализированных предметных знаний, концепций (возможно требуется корректное использование концепций и представлений из разных предметных областей).

### **1.8. Цель и задачи программы**

**Цель программы:** создание условий для овладения школьниками современными представлениями о наноматериалах и наносистемах, а также возможностями их использования при создании наукоемкой продукции. Обоснованность в изучении программы вызвана следующими причинами: значительной наукоемкостью процессов разработки и изготовления продукции из наноструктурированных материалов; новизной научных разработок и большими рисками при оценке эффективности их использования для создания конкурентоспособной нанопродукции; необходимостью отслеживать постоянно изменяющуюся конъюнктуру на рынке нанопродукции и нанотехнологий.

Задачи программы (стартовый уровень):

#### **Личностные:**

- формирование общественной активности личности, гражданской позиции;
- развитие потребности в саморазвитии, самостоятельности, ответственности, активности;
- формирование культуры общения и поведения в социуме.

#### **Метапредметные:**

- уверенная ориентация в различных отраслях современного естествознания;
- приобретение способности быстрого освоения новых инструментальных и технических средств;
- формирование у школьников системных знаний о методах и технологиях получения наноразмерных систем и их практической реализации на предприятиях для повышения устойчивости и конкурентоспособности инновационного бизнеса

#### **Образовательные (предметные):**

- знакомство школьников со знаниями в области нанотехнологий;
- освоение школьниками терминологии и основных понятий, связанных с наноматериалами и нанотехнологиями;
- осмысление школьниками основных отличительных особенностей материалов, находящихся в наносостоянии;
- знакомство с практической математикой; изучение основ комбинаторики, теории множеств, математической логики; изучение и расчет теории вероятности; освоение теории графов;
- формирование представлений о проведении математических расчетов с помощью программ.

#### **Задачи программы (базовый уровень):**

##### **Личностные:**

- формирование общественной активности личности, гражданской позиции;
- развитие потребности в саморазвитии, самостоятельности, ответственности, активности;
- формирование культуры общения и поведения в социуме.
- развитие умений аргументировано обосновывать и отстаивать высказанное суждение, оценивать и принимать суждения других;

##### **Метапредметные:**

- уверенная ориентация в различных отраслях современного естествознания;
- приобретение способности быстрого освоения новых инструментальных и технических средств;
- формирование у школьников системных знаний о методах и технологиях получения наноразмерных систем и их практической реализации на предприятиях для повышения устойчивости и конкурентоспособности инновационного бизнеса
- формирование у школьников системных знаний о физических основах, инструментальных принципах и диагностических возможностях методов сканирующей зондовой микроскопии, спектроскопии и литографии (СЗМ СЛ), являющегося одним из базовых методов современной нанодиагностики;

##### **Образовательные (предметные):**

- знакомство школьников со знаниями в области нанотехнологий;
- освоение школьниками терминологии и основных понятий, связанных с наноматериалами и нанотехнологиями;

- осмысление школьниками основных отличительных особенностей материалов, находящихся в наносостоянии;
- развитие познавательного интереса к проектной деятельности, решению изобретательских задач, научно-техническому творчеству;
- знакомство с практической математикой; изучение основ комбинаторики, теории множеств, математической логики; изучение и расчет теории вероятности; освоение теории графов и поиска кратчайшего пути;
- формирование умений проведения математических расчетов с помощью программ.

#### **Задачи программы (продвинутый уровень):**

##### **Личностные:**

- формирование общественной активности личности, гражданской позиции;
- развитие потребности в саморазвитии, самостоятельности, ответственности, активности;
- формирование культуры общения и поведения в социуме.
- развитие умений аргументировано обосновывать и отстаивать высказанное суждение, оценивать и принимать суждения других;
- выработка у обучающихся навыков командной работы и публичных выступлений, докладов.

##### **Метапредметные:**

- уверенная ориентация в различных отраслях современного естествознания;
- приобретение способности быстрого освоения новых инструментальных и технических средств;
- формирование у школьников системных знаний о методах и технологиях получения наноразмерных систем и их практической реализации на предприятиях для повышения устойчивости и конкурентоспособности инновационного бизнеса
- формирование у школьников системных знаний о физических основах, инструментальных принципах и диагностических возможностях методов сканирующей зондовой микроскопии, спектроскопии и литографии (СЗМ СЛ), являющегося одним из базовых методов современной нанодиагностики;
- формирование системы знаний и умений их применять для решения учебно-познавательных и практических задач. овладение школьниками современными представлениями об основных приборах и методах нанодиагностики и их аналитических возможностях.

##### **Образовательные (предметные):**



- знакомство школьников со знаниями в области нанотехнологий;
- освоение школьниками терминологии и основных понятий, связанных с наноматериалами и нанотехнологиями;
- осмысление школьниками основных отличительных особенностей материалов, находящихся в наносостоянии;
- развитие познавательного интереса к проектной деятельности, решению изобретательских задач, научно-техническому творчеству;
- работа с различными информационными ресурсами, структурирование сложного материала и способность сформулировать задачу достаточно простым языком.
- знакомство с практической математикой; изучение основ комбинаторики, теории множеств, математической логики; изучение и расчет теории вероятности; освоение теории графов и поиска кратчайшего пути;
- формирование навыков проведения математических расчетов с помощью программ.

## II. УЧЕБНЫЙ ПЛАН

Наименование разделов	Уро- вень	Общее количество часов	В том числе		
			теоретических	практических	проектных
1. Законы микромира, введение в нанотехнологии	Н	72	36	36	0
	Б	66	36	30	6
	У	60	36	24	12
2. Практикум по решению задач по химии, физике и нанотехнологиям	Н	48	19	29	2
	Б	48	19	25	4
	У	48	19	19	10
3. Лабораторные работы по элементарным основам нанотехнологий	Н	52	10	42	0
	Б	52	10	36	6
	У	52	10	30	12
4. Разработка проектных и исследовательских работ	Н	20	2	2	16
	Б	20	2	2	16
	У	20	2	2	16
5. Математика	Н	24	12	10	2
	Б	24	12	10	2
	У	24	12	10	2
Итого часов:	Н	216	79	121	16
	Б	216	79	103	34

	У	216	79	85	52
--	---	-----	----	----	----

*Н – начальный уровень,*

*Б – базовый уровень*

*У – углубленный уровень*

### III. УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

Учебно-тематический план рассчитан для начального уровня обучения.

Раздел	Наименование темы	Объем часов		
		Всего часов	В том числе	
			Теория	Практика
1	2	3	4	5
<b>Блок 1</b>	<b>Законы микромира, введение в нанотехнологии (лекционный блок)</b>	<b>72</b>	<b>72</b>	<b>0</b>
Лекция 1	Физические явления в окружающем мире	4	4	0
Лекция 2	Структура периодической таблицы химических элементов Д.И.Менделеева	4	4	0
Лекция 3	Химические явления в окружающем мире	4	4	0
Лекция 4	Механические явления в окружающем мире	4	4	0
Лекция 5	Строение вещества. Свойства твердых тел, жидкостей и газов	4	4	0
Лекция 6	Типы связей. Кристаллические решетки. Графы. Наглядное описание. Основные типы. Области применения. Практическое применение	4	4	0
Лекция 7	Дисперсные системы	4	4	0
Лекция 8	Тепловые явления Наномашины. Тепловые колебания молекул. Машины сцепления	4	4	0
Лекция 9	Электрические явления	4	4	0
Лекция 10	Магнитные явления	4	4	0
Лекция 11	Электромагнитные колебания и волны	4	4	0
Лекция 12	Оптические явления	4	4	0
Лекция 13	Краткая история развития нанотехнологий	4	4	0
Лекция 14	Фотолиитография	4	4	0
Лекция 15	Основные инструменты нанотехнологий	4	4	0
Лекция 16	Необычные формы углерода Простая геометрия. Фигуры на плоскости. Основные формулы.	4	4	0

Лекция 17	Необычные формы кремния. Простая геометрия. Области применения	4	4	0
Лекция 18	Необычные формы кальция. Практическое применение	4	4	0

1	2	3	4	5
<b>Блок 2 (практикум)</b>	<b>Практикум по решению задач по химии, физике и нанотехнологиям</b>	<b>28</b>	<b>0</b>	<b>28</b>
Практикум 1	Составление химических формул.	2	0	2
Практикум 2	Валентность элементов. Относительная атомная и молекулярная масса	2	0	2
Практикум 3	Моделирование молекул	2	0	2
Практикум 4	Вычисление массовой доли элемента в различных веществах	2	0	2
Практикум 5	Составление уравнений химических реакций.	2	0	2
Практикум 6	Классификация химических реакций	2	0	2
Практикум 7	Расчеты с использованием понятия «моль»	2	0	2
Практикум 8	Расчеты по уравнениям химических реакций	2	0	2
Практикум 9	Решение задач по строению вещества	2	0	2
Практикум 10	Решение задач по дисперсным системам	2	0	2
Практикум 11	Решение задач по тепловым явлениям	2	0	2
Практикум 12	Решение задач по пространственному строению наночастиц	2	0	2
Практикум 13	Решение задач по различным способам синтеза наночастиц	2	0	2
Практикум 14	Решение задач по применению наночастиц и наноматериалов	2	0	2
Самостоятельная работа 2 часа				
<b>Блок 3 (лабораторные работы)</b>	<b>Лабораторные работы по элементарным основам нанотехнологий</b>	<b>72</b>	<b>36</b>	<b>36</b>
Лабораторная работа № 1	Правила техники безопасности при работе в лаборатории Наноквантума	2	0	2
Лабораторная работа № 2	Правила нагревания при работе со спиртовкой. Строение пламени	2	0	2
Лабораторная работа № 3	Химические явления в окружающем мире(кейс)	2	0	2

Лабораторная работа № 4	Классификация химической посуды. Посуда из обычного стекла	2	0	2
Лабораторная работа № 5	Классификация химической посуды. Посуда из специального химически и термически стойкого стекла	2	0	2
Лабораторная работа № 6	Классификация химической посуды. Посуда из фарфора	2	0	2
Лабораторная работа № 7	Классификация химической посуды. Мерная посуда	2	0	2
1	2	3	4	5
Лабораторная работа № 8	Правила взвешивания. Работа с лабораторными весами	2	0	2
Лабораторная работа № 9	Определение физических свойств веществ с помощью органов чувств	2	0	2
Лабораторная работа № 10	Определение физических свойств веществ специальными методами	2	0	2
Лабораторная работа № 11	Определение химических свойств веществ	2	0	2
Лабораторная работа № 12	Дисперсные системы(кейс)	2	0	2
Лабораторная работа № 13	Мыльный лизун-хендгам	2	0	2
Лабораторная работа № 14	Фараонова змея	2	0	2
Лабораторная работа № 15	Изготовление красок на различной основе	2	0	2
Лабораторная работа № 16	Изготовление красок на основе крахмала	2	0	2
Лабораторная работа № 17	Обнаружение эфирных масел в апельсиновой корке	2	0	2
Лабораторная работа № 18	Обнаружение масел в семенах подсолнечника и ядре грецкого ореха	2	0	2
Лабораторная работа № 19	Обнаружение крахмала в пшеничной муке	2	0	2
Лабораторная работа № 20	Наблюдение броуновского движения частичек черной туши под микроскопом	2	0	2
Лабораторная работа № 21	Правила взвешивания. Работа с лабораторными весами	2	0	2
Лабораторная работа № 22	Приготовление раствора с заданной массовой долей растворенного вещества	2	0	2
Лабораторная работа № 23	Выращивание кристаллов Изучение скорости диффузии аэрозолей	2	0	2
Лабораторная работа № 24	Изготовление моделей молекул неорганических веществ из конструктора	2	0	2
Лабораторная работа № 25	Классификация химических реакций (кейс)	2	0	2
Лабораторная работа № 26	Диффузия ионов перманганата калия в воде	2	0	2
Лабораторная работа № 27	Растворение в воде таблетки аспирина УПСА	2	0	2

Лабораторная работа № 28	Приготовление известковой воды и опыты с ней	2	0	2
Лабораторная работа № 29	Взаимодействие аскорбиновой кислоты с йодом	2	0	2
Лабораторная работа № 30	Адсорбция активированным углем красящих веществ	2	0	2
Лабораторная работа № 31	Адсорбция кукурузными палочками паров пахучих веществ	2	0	2

1	2	3	4	5
Лабораторная работа № 32	Приготовление фоточувствительных чернил на основе триоксалаатоферрата (III) калия	2	0	2
Лабораторная работа № 33	Приготовление фоточувствительных чернил на основе щавелевомолибденовой кислоты	2	0	2
Лабораторная работа № 34	Получение и изучение свойств грубодисперсных систем. Теория множеств. Операции над множествами.	2	0	2
Лабораторная работа № 35	Определение дисперсности сухим просеиванием. Теория множеств. Практическое применение.	2	0	2
Лабораторная работа № 36	Изучение коррозии железа в различных средах	2	0	2
Блок 4	<b>Работа в группах над научным проектом.</b>	<b>20</b>	<b>2</b>	<b>18</b>
	Принципы создания научной проектной работы.			
	Работа в группах над инженерным проектом «Нанотехнологии в науке и технике». Теория вероятностей. Комбинаторика. Событие. Понятие вероятности. Практическое применение.			
	Подготовка презентации проектной работы.			
	<b>Итоговый контроль</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>4</b>
	<b>Защита проекта</b>			<b>20</b>
	<b>Итого:</b>	<b>216</b>	<b>110</b>	<b>86</b>

#### IV. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

№ п/п	Наименование темы	Содержание обучения
Блок 1.	Законы микромира, введение в нанотехнологии (лекционный блок) <b>начальный уровень</b>	Лекционные занятия проводятся в виде презентаций и видеоуроков с последующей дискуссией на темы блока 1:  Физические явления в окружающем мире Структура периодической таблицы химических элементов Д.И.Менделеева
	<b>базовый уровень</b>	Химические явления в окружающем мире Механические явления в окружающем мире
	<b>продвинутый уровень</b>	Строение вещества. Свойства твердых тел, жидкостей и газов Типы связей. Кристаллические решетки. Графы. Наглядное описание. Основные типы. Графы. Области применения. Практическое применение Дисперсные системы Тепловые явления Наномашины. Тепловые колебания молекул. Машины сцепления Электрические явления Магнитные явления Электромагнитные колебания и волны Оптические явления Краткая история развития нанотехнологий Фотолитография Основные инструменты нанотехнологий Необычные формы углерода, кремния, кальция. Простая геометрия. Фигуры на плоскости. Основные формулы. Области применения. Практическое применение
Блок 2.	<b>Практикум по решению задач по химии, физике и нанотехнологиям</b>  <b>начальный уровень</b>	Решение задач по темам блока 1. Составление химических формул. Валентность элементов. Относительная атомная и молекулярная масса Моделирование молекул Вычисление массовой доли элемента в различных веществах Составление уравнений химических реакций.
	<b>базовый уровень</b>	Классификация химических реакций Расчеты с использованием понятия «моль» Расчеты по уравнениям химических реакций Решение задач по строению вещества Решение задач по дисперсным системам Решение задач по тепловым явлениям
	<b>продвинутый уровень</b>	Решение задач по пространственному строению наночастиц Решение задач по различным способам синтеза наночастиц Решение задач по применению наночастиц и наноматериалов
Блок 3.	<b>Лабораторные работы по элементарным основам нанотехнологий</b>  <b>начальный уровень</b>	Составление химических формул. Валентность элементов. Относительная атомная и молекулярная масса Моделирование молекул Вычисление массовой доли элемента в различных веществах Составление уравнений химических реакций. Классификация химических реакций
	<b>базовый уровень</b>	Расчеты с использованием понятия «моль» Расчеты по уравнениям химических реакций Решение задач по строению вещества Решение задач по дисперсным системам Решение задач по тепловым явлениям

	<b>продвинутый уровень</b>	Решение задач по пространственному строению наночастиц. Теория множеств. Операции над множествами. Практическое применение. Решение задач по различным способам синтеза наночастиц. Теория множеств. Операции над множествами. Практическое применение. Решение задач по применению наночастиц и наноматериалов
	<b>для всех уровней</b>	<b>Лабораторные работы по элементарным основам нанотехнологий</b> Правила техники безопасности при работе в лаборатории Наноквантума Правила нагревания при работе со спиртовкой Строение пламени
	<b>начальный уровень</b>	Классификация химической посуды. Посуда из обычного стекла Классификация химической посуды. Посуда из специального химически и термически стойкого стекла Классификация химической посуды. Посуда из фарфора Классификация химической посуды. Мерная посуда Правила взвешивания. Работа с лабораторными весами Определение физических свойств веществ с помощью органов чувств Определение физических свойств веществ специальными методами Определение химических свойств веществ Радужная вода Мыльный лизун-хендгам Фараонова змея
	<b>базовый уровень</b>	Изготовление красок на различной основе Изготовление красок на основе крахмала Обнаружение эфирных масел в апельсиновой корке Обнаружение масел в семенах подсолнечника и ядре грецкого ореха Обнаружение крахмала в пшеничной муке Наблюдение броуновского движения частичек черной туши под микроскопом Правила взвешивания. Работа с лабораторными весами Приготовление раствора с заданной массовой долей растворенного вещества Выращивание кристаллов Изготовление моделей молекул неорганических веществ из конструктора Изучение скорости диффузии аэрозолей Диффузия ионов перманганата калия в воде Растворение в воде таблетки аспирина УПСА Приготовление известковой воды и опыты с ней Взаимодействие аскорбиновой кислоты с йодом
	<b>продвинутый уровень</b>	Адсорбция активированным углем красящих веществ Адсорбция кукурузными палочками паров пахучих веществ Приготовление фоточувствительных чернил на основе триоксалаатоферрата (III) калия Приготовление фоточувствительных чернил на основе шавелевомолибденовой кислоты Получение и изучение свойств грубодисперсных систем Определение дисперсности сухим просеиванием Изучение коррозии железа в различных средах
Блок 4.	<b>Работа в группах над научным проектом</b>	
	<b>начальный уровень</b>	Практическая реализация приобретенных знаний и навыков.
	<b>базовый уровень</b>	Теория вероятностей. Комбинаторика. Событие. Понятие вероятности. Практическое применение
	<b>продвинутый уровень</b>	Основы написания научной работы (проекта). Виды научных работ. Правила подготовки и защита работ, научная дискуссия

## V. КАЛЕНДАРНО-ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

№ п/п	Количество часов				Минимум содержания программы	Общее кол-во часов	Планируемая дата проведения в 2020-2021 гг.
	Лекц. (час.)	Практ. (час.)	Лаб. (час.)	Проект (час.)			
2	4		2		Физические явления в окружающем мире	6	07.09-13.09
3	4		2		Правила техники безопасности при работе в лаборатории	6	14.09-20.09
4	4		2		Химические явления в окружающем мире	6	21.09-27.09
5	4		2		Структура периодической таблицы химических элементов Д.И.Менделеева	6	28.09.-04.10
6	4		2		Строение вещества.	6	05.10-11.10
7	4		2		Свойства твердых тел, жидкостей и газов.	6	12.10-18.10
8	4		2		Типы связей. Графы. Наглядное описание. Основные типы. Графы. Области применения.	6	19.10-25.10
9	4		2		Кристаллические решетки. Графы. Практическое применение.	6	26.10-01.11
10	4		2		Дисперсные системы	6	02.11-08.11
11	2	2	2		Классификация химической посуды	6	09.11-15.11
12	2	2	2		Приготовление раствора с заданной массовой долей растворенного вещества	6	16.11-22.11
13	2	2	2		Магнитные явления	6	23.11-29.11
14	2	2	2		Электромагнитные колебания и волны	6	30.11-06.12
15	2	2	2		Оптические явления	6	07.12-13.12
16	2	2	2		Краткая история развития нанотехнологий	6	14.12-20.12
17	2	2	2		Фотолитография	6	21.12-27.12
18	2	2			Основные инструменты нанотехнологий	6	28.12.-31.12
19	2	2	2		Необычные формы углерода. Простая геометрия. Фигуры на плоскости. Основные формулы.	6	11.01-17.01.2021



20	2	2	2		Необычные формы кремния. Простая геометрия. Области применения.	6	18.01-24.01.2021
21	2	2	2		Необычные формы кальция. Простая геометрия. Практическое применение.	6	25.01-31.01.2021
22	2	2	2		Правила взвешивания. Работа с лабораторными весами	6	01.02-07.02.2021
23	2	2	2		Механические явления в окружающем мире	6	08.02-14.02.2021
24	2	2	2		Тепловые явления	6	15.02-21.02.2021
25	2		2	2	Электрические явления	6	22.02-28.02.2021
26	2		2	2	Явление адсорбции	6	01.03-07.03.2021
27	2		2	2	Виды сорбентов	6	08.03-14.03.2021
28	2		2	2	Композиционные материалы. Теория множеств. Операции над множествами. Практическое применение.	6	15.03-21.03.2021
29			2	4	Теория вероятностей. Комбинаторика. Событие. Понятие вероятности. Практическое применение. Проектная и научно-исследовательская деятельность	6	22.03-28.03.2021
30			2	4		6	29.03-04.04.2021
31			2	4		6	05.04-11.04.2021
32			2	4		6	12.04-18.04.2021
33			2	4		6	19.04-25.04.2021
34			2	4		6	26.04-02.05.2021
35			2	4		6	03.05-09.05.2021
36			2	4		6	10.05-16.05.2021
37			2	4		6	17.05-23.05.2021
			2			Защита проекта, подведение итогов	

## VI. ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И СПОСОБЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИХ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ

### 6.1. Планируемые результаты освоения программы

Учащиеся должны:

знать/понимать

- предмет нанотехнологии;
- основные виды нанообъектов и наноматериалов,
- приборы и устройства, разрабатываемые на основе наноматериалов,
- принцип размерного квантования и условия наблюдения квантово-размерных явлений,
- физические и химические системы пониженной размерности,
- основные научно-технические проблемы нанотехнологии и перспективы развития

данной фундаментальной области знаний;

- основы комбинаторики, теории множеств, математической логики; теории вероятности; теории графов.

уметь:

- прогнозировать устойчивость и физико-химические свойства нанообъектов и наноматериалов;
- ориентироваться в современной литературе и вести дискуссию по нанотехнологии;
- самостоятельно ставить задачи по созданию или практическому применению нанообъектов и наноматериалов для решения конкретных задач нанотехнологии;
- ориентироваться в методах получения и исследования наноструктур: сканирующей туннельной микроскопии и спектроскопии;
- проводить математические расчеты с помощью программ;
- применять математические инструменты в проектной деятельности.

владеть:

- навыками творческого обобщения полученных знаний,
- конкретного и объективного изложения своих знаний в письменной и устной форме,
- фундаментальными знаниями о специфике поведения вещества в нанометровом размерном диапазоне,
- понимать механизм возникновения размерных физических и химических эффектов.

Должен демонстрировать способность и готовность: применять полученные знания на практике.

По итогам обучения должно сформироваться представление о способе проведения научного исследования, актуальных задачах, самоопределение с областью дальнейшей проектно-исследовательской деятельности, а также должны быть сформированы следующие навыки: планировать и выполнять учебный проект, используя оборудование, модели, методы и приёмы, адекватные исследуемой проблеме. Уровень сформированности и освоенности навыков выявляется в ходе защит учебных проектных работ.

## **6.2. Способы и формы проверки результатов освоения программы**

### **Виды контроля:**

- Текущий контроль – содержание изученного текущего программного материала – в течение учебного года;
- Промежуточная аттестация – освоение отдельной части предмета, курса, дисциплины (модуля) образовательной программы – 14-27 декабря 2020 г.

- Итоговая аттестация – содержание всей образовательной программы в целом – 26 апреля – 16 мая 2021 г.

#### **Формы проверки результатов:**

- контрольная работа (Приложение 2. Примерная итоговая контрольная работа);
- защита проекта (Приложение 3. Правила выбора темы и примерные темы проектных работ).

#### **6.3. Форма подведения итогов реализации**

Портфолио достижений обучающихся, отражающее результативность освоения программы по итогам контрольной работы, защиты проекта и участия в различных конкурсах, олимпиадах, конференциях различных уровней.

### **VII. МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОГРАММЫ**

#### **7.1. Особенности организации учебного процесса и учебных занятий**

Программой предусмотрено проведение комбинированных занятий: занятия состоят из теоретической, лабораторной и практической частей.

При проведении занятий используют различные формы: лекции, практические работы, лабораторные работы, беседы, конференции, конкурсы, игры, викторины, проектная и исследовательская деятельность.

При проведении занятий используются приемы и методы технологий: дифференцированного обучения, теории решения изобретательских задач, развития критического мышления и др.

#### **6.2. Дидактические материалы**

Для обучающихся по данной программе разработана Рабочая тетрадь «Наноквантум. Линия 0».

Используется: демонстрационный материал (презентации), электронные образовательные ресурсы с сайта <https://vk.com/public138367168>, комплекс методик и исследовательских приборов, спроектированный для проведения междисциплинарных учебно-исследовательских занятий и выполнения проектов <http://polyus-nt.ru/nanolab.html>, раздаточный материал - карточки по темам, таблицы.

#### **6.3. Организационно-педагогические условия**

Педагог дополнительного образования, реализующий данную программу, должен иметь высшее профессиональное образование в области, соответствующей профилю квантума, опыт работы со школьниками разного возраста, высокий личностный и культурный уровень, творческий потенциал. Компетенции: организация собственной работы и поддержание необходимого уровня работоспособности, обучение и развитие

наставляемых, обеспечение высокого уровня мотивации наставляемых, оценка и контроль наставляемых, управление образовательными проектами, проведение игро-практических мероприятий

#### 6.4. Материально-техническое обеспечение

№ п/п	Наименование	Назначение/краткое описание функционала оборудования
<b>1</b>	<b>Учебное (обязательное) оборудование</b>	
1.1	Оптический микроскоп	Оптический микроскоп с большими возможностями исследования непрозрачных и прозрачных объектов в отраженном поляризованном и обычном свете
1.2	Металлографический микроскоп исследовательского класса	Наблюдение и анализ в металлургии, минералогии, кристаллографии, микроэлектронике.
1.3	Фотоаппарат	Для подключения к оптическим микроскопам, без объективов, система переходников для видеопортов микроскопов для подключения к системе управления с компьютера
1.4	Прецизионные весы	Предназначены для точных измерений массы, необходимы для контроля изменений массы с точностью 20 мг.
1.5	Лабораторные весы	Предназначены для точных измерений массы, необходимы для контроля изменений массы с точностью 0,01 г.
1.6	Спектрофотометр	Предназначен для определения оптической плотности, коэффициентов пропускания и концентрации разнообразных растворов
1.7	Сканирующий зондовый микроскоп	СЗМ с двумя измерительными головками на кремнии и вольфраме.
1.8	Пиролитический газовый реактор	Универсальный пиролитический газовый реактор, позволяющий проводить термообработку материалов в вакууме и газовой среде, а также синтезировать углеродные нанотрубки
1.9	Комплект химической посуды	Проведение учебных лабораторных работ
1.10	Комплект реактивов	Проведение учебных лабораторных работ
<b>2</b>	<b>Компьютерное оборудование</b>	
2.1	Ноутбук	работа в классе
2.2	Мышь	

2.3	Тележка для зарядки и хранения ноутбуков	Тумба для хранения и зарядки ноутбуков
2.4	МФУ	Многофункциональное устройство
2.5	Сетевой удлинитель	Сетевой удлинитель
<b>3</b>	<b>Презентационное оборудование</b>	
3.1	LED панель	подача информационного материала
3.2	Настенное крепление	крепление LED панели
3.3	Интерактивный комплект	Интерактивный комплект доска диагональ 87" / 221 см, формат 16:10 с ультракороткофокусным проектором
3.4	Мобильный стенд	Напольная мобильная стойка для интерактивных досок
<b>4</b>	<b>Расходные материалы и запасные части</b>	
<b>5</b>	<b>Мебель</b>	
5.1	Комплект мебели	
5.2	Светильник настольный галогеновый	Лампа галогеновая gu10
5.3	Корзины для мусора	

## VIII. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### Литература основная

1. Словарь нанотехнологических и связанных с нанотехнологиями терминов, под ред. С.В. Калюжного, Москва, ФИЗМАТЛИТ, 2010.-234с.
2. Богатство Наномира. Фоторепортаж из глубин вещества, Гудилин Е.А. и др., под ред. Ю.Д.Третьякова. - М.БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010.-124с.
3. Нанохимия, Сергеев Г.Б. - М.:Изд-во МГУ, 2007.-178с.
4. Мир материалов и технологий. Нанотехнологии Ч.Пул - мл., Ф Оуэнс, Москва:Техносфера, 2006.-59с.
5. Дорога длиною в век: Из истории открытия и исследования жидких кристаллов/Сонин А С. - М.: Наука, 1988.-69с
- 6.Светухин В.В., Разумовская И.В. и др. Введение в нанотехнологии. Модуль Физика. 10-11 классы Учебное пособие. — Под ред. Б.М. Костишко, В.Н. Голованова. — Ульяновск: УлГУ, 2008. — 160 с.
- 7.Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007, - 416 с.
8. Суздалев И.П. Нанотехнология: физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов М.: КомКнига, 2006 – 592 с.
9. Дубровский В.Г. Теоретические особенности технологии полупроводниковых наноструктур, Санкт-Петербург 2006 - 347 с.
10. Новые материалы. Колл. авторов под редакцией Ю.С. Карабасова. – МИСИС . – 2002 – 736 с.
- 11.Говор С.А. Математика тулжит. – М.: Фонд новых форм развития образования, 2018 – 36 с.

### Литература дополнительная

1. Введение в нанотехнологии. Модуль «Физика»: методическое пособие по программе элективного курса для учителей 10-11 классов / В.В.Светухин и др.; под ред. Б.М.Костишко, В.Н.Голованова. – Ульяновск: УлГУ, 2008.-134с.
2. Зубков Ю.Н., Кадочкин А.С. [и др.] Введение в нанотехнологии. Модуль «Физика». Учебное пособие для учащихся 10-11 кл. / под ред. В.В.Светухина и др.: С.-Петербург, 2012.-53с.
3. Словарь нанотехнологических и связанных с нанотехнологиями терминов, под ред. С В. Калюжного, Москва, ФИЗМАТЛИТ, 2010.-76с.
4. Третьяков Ю. Нанотехнологии. Азбука для всех / Сборник статей под редакцией Ю. Третьякова. – М.: Физматлит, 2007. – 368 с.
5. Богатство Наномира. Фоторепортаж из глубин вещества, Гудилин Е.А. и др., под ред. Ю.Д.Третьякова. - М.БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010.-59с.
6. Дорога длиною в век: Из истории открытия и исследования жидких кристаллов/Сонин А С. - М.: Наука, 1988.-87с.
7. Удивительные наноструктуры, К. Деффейс, С. Деффейс; под ред. Л.Н.Патрикеева - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011.-46с.
8. Мир физики и техники. В.Л.Миронов. Основы сканирующей зондовой микроскопии Москва: Техно, 2009.-84с.
9. Химия элементов: в 2 томах./ Н.Гринвуд, А.Эрншо; .-М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010.-465с.
10. Химия новых материалов и нанотехнологий. Учебное пособие. Пер. с англ.: Научное издание/Б.Фехльман - Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2011. - 464 с.: цв.вкл.
11. Ч. Пул, Ф. Оуэнс Нанотехнологии М.: Техносфера, 2006, – 336 с.

### Литература для обучающихся

1. Методические рекомендации по выполнению всех лабораторных работ «**Дневник юного исследователя**» (Наноквантум. Линия 0. Рабочая тетрадь). – Липецк: ГОБОУ «Центр поддержки одаренных детей «Стратегия», 2017 г.-54с.
2. Комплект современных приборов и методик, спроектированный для проведения междисциплинарных практикумов и ведения проектной деятельности в области современного естествознания и нанотехнологий. НАНОЛАБ <http://polyus-nt.ru/nanolab.html>

### Интернет-источники

1. Поисковая система научно-технической информации ISI Web of knowledge [www.isiknowledge.com/](http://www.isiknowledge.com/)
2. База данных РОСПАТЕНТ <http://www.fips.ru/cdfi/fips.dll>;
3. База данных US Patent and Trademark office <http://www.uspto.gov/patft/index.html>;
4. Scirus (универсальная поисковая система тех. инф.) [www.scirus.com/srsapp/](http://www.scirus.com/srsapp/)
5. Федеральный Интернет – портал [www.portalnano.ru](http://www.portalnano.ru)
6. Единый федеральный Интернет-ресурс [nano-info.ru/post/853](http://nano-info.ru/post/853)
7. Федеральный отраслевой Интернет-портал [www.NanoNewsNet.ru/blog/nikst...nanotekhnologii...](http://www.NanoNewsNet.ru/blog/nikst...nanotekhnologii...)
8. Нанотехнологическое общество <http://www.ntsр.info/internet/>
9. РосНаноНет [www.RusNanoNet.ru/news/15023/](http://www.RusNanoNet.ru/news/15023/)
10. Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии [www.gost.ru/](http://www.gost.ru/)

**Таблица 1. Модель разноуровневой общеразвивающей программы «Наноквантум»**

УРОВНИ	КРИТЕРИИ	ФОРМЫ И МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ	ФОРМЫ И МЕТОДЫ РАБОТЫ	РЕЗУЛЬТАТЫ
<b>НАЧАЛЬНЫЙ</b>	<p><b>ПРЕДМЕТНЫЕ:</b>                      Усвоение правил техники безопасности;                      Освоение основами проектной деятельности, развитие познавательного интереса к различным аспектам химии, физики, биологии, экологии, умение применять полученные знания.                      Умение работать с реактивами и химической посудой                      Изучение терминологии</p>	<p>Наблюдение, опрос, практическая работа, анализ практических работ, организация самостоятельного выбора, индивидуальная беседа</p>	<p>Наглядно-практический, словесный, уровневая дифференциация</p>	<p><b>ПРЕДМЕТНЫЕ:</b>                      Усвоение правил техники безопасности;                      Знание основ проектной деятельности, развитие познавательного интереса к различным аспектам химии, физики, биологии, экологии                      Владение информационными технологиями                      Умение применять полученные знания.                      Умение работать с с реактивами и химической посудой                      Знание терминологии</p>
	<p><b>МЕТАПРЕДМЕТНЫЕ:</b>                      Умение оценивать правильность, самостоятельно контролировать выполнение технологической последовательности; Организованность, общительность, самостоятельность</p>	<p>Тестирование, наблюдение, собеседование, анкетирование, педагогический анализ</p>	<p>Технология оценивания, проблемно-диалогическая технология</p>	<p><b>МЕТАПРЕДМЕТНЫЕ:</b>                      Формирование самостоятельного успешного усвоения учащимися новых знаний, познавательных, коммуникативных действий</p>
	<p><b>ЛИЧНОСТНЫЕ:</b>                      формирование нравственных качеств личности;                      развитие навыков сотрудничества;                      формирование устойчивого познавательного интереса</p>			<p><b>ЛИЧНОСТНЫЕ:</b>                      Знание основных моральных норм, способность к оценке своих поступков и действий других учащихся с точки зрения соблюдения/нарушения моральных норм поведения</p>

<b>БАЗОВЫЙ</b>	<p><b>ПРЕДМЕТНЫЕ:</b> Умение самостоятельно работать с различными информационными ресурсами, структурирование сложного материала и способность сформулировать задачу достаточно простым языком, решать задачи по физике и химии, разрабатывать проекты. Умение оформлять и делать выводы при выполнении лабораторной работы</p>	<p>Целенаправленное наблюдение, опрос, практическая работа, организация самостоятельного выбора, индивидуальная беседа</p>	<p>Наглядно-практический, словесный, уровневая дифференциация</p>	<p><b>ПРЕДМЕТНЫЕ:</b> Умение самостоятельно решать задачи по физике и химии, Уметь работать с различными источниками информации Умение выполнять учебные проекты, Умение оформлять и делать выводы при выполнении лабораторной работы</p>
	<p><b>МЕТАПРЕДМЕТНЫЕ:</b> Способность самостоятельно организовывать процесс работы и учебы, взаимодействовать с товарищами, эффективно распределять и использовать время. Овладение основными общими умениями работы в физико-химической лаборатории</p>	<p>Тестирование, наблюдение, собеседование, анкетирование, педагогический анализ</p>	<p>Технология оценивания, проблемно-диалогический, технологический</p>	<p><b>МЕТАПРЕДМЕТНЫЕ:</b> умение распределять работу в команде, умение выслушать друг друга, организация и планирование работы, навыки соблюдения в процессе деятельности правил безопасности, овладение основными общими умениями работы в физико-химической лаборатории</p>
	<p><b>ЛИЧНОСТНЫЕ:</b> сформированность внутренней позиции обучающегося — принятие и освоение новой социальной роли; система ценностных отношений обучающихся к себе, другим участникам образовательного процесса, самому образовательному процессу и его результатам</p>			<p><b>ЛИЧНОСТНЫЕ:</b> развитие доверия и способности к пониманию и сопереживанию чувствам других людей;</p>



<b>ПРОДВИНУТЫЙ</b>	<p><b>ПРЕДМЕТНЫЕ:</b> Креативность в выполнении практических заданий, решение задачи по нанотехнологиям, который еще не использовался на занятиях, либо выполнить новое задание самостоятельно, применив необычный, оригинальный подход к научному исследованию. Уметь работать со сложным лабораторным оборудованием. Осмысленность и правильность использования специальной терминологии при написании статей и тезисов</p>	<p>Целенаправленн ое наблюдение, опрос, практическая работа, анализ практических работ, организация самостоятельного выбора, индивидуальная беседа</p>	<p>Наглядно-практический, словесный, уровневая дифференциация</p>	<p><b>ПРЕДМЕТНЫЕ:</b> углубленные знания по выбранным направлениям, практические умения и навыки, предусмотренные программой (по основным разделам учебно-тематического плана программы); творческие навыки; осмысленность и правильность использования специальной терминологии при написании статей и тезисов.</p>
	<p><b>МЕТАПРЕДМЕТНЫЕ:</b> Приобретение способности быстрого освоения новых инструментальных и технических средств Организованность, общительность, самостоятельность, инициативность</p>	<p>Логические и проблемные задания, портфолио учащегося; творческие задания; наблюдение, собеседование, анкетирование, педагогический анализ</p>	<p>Технологический; Проективный; Частично-поисковый. Метод генерирования идей (мозговой штурм).</p>	<p><b>МЕТАПРЕДМЕТНЫЕ:</b> согласованность действий, правильность и полнота выступлений; умение искать информацию в свободных источниках и структурировать информацию; приобретение способности быстрого освоения новых инструментальных и технических средств;</p>
	<p><b>ЛИЧНОСТНЫЕ:</b> развитие самоуважения и способности адекватно оценивать себя и свои достижения, умение видеть свои достоинства и недостатки, уважать себя и других, верить в успех;</p>			<p><b>ЛИЧНОСТНЫЕ:</b> умение генерировать идеи указанными методами, комбинировать, видоизменять и улучшать идеи; умение слушать собеседника; умение аргументированно отстаивать свою точку зрения; навыки командной работы; умение грамотно письменно формулировать свои мысли; критическое мышление и умение объективно оценивать результаты работы; основы ораторского мастерства.</p>

**Таблица 2. Мониторинг результатов обучения ребёнка  
по дополнительной общеразвивающей программе «Наноквантум. Линия 0»**

Показатели (оцениваемые параметры)	Критерии	Степень выраженности оцениваемого качества	Возможное число баллов	Методы диагностики
<b>1. Теоретическая подготовка ребёнка</b>				
1.1. Теоретические знания (по основным разделам учебно-тематического плана программы)	Соответствие теоретических знаний ребёнка программным требованиям	Минимальный уровень – ребёнок овладел менее, чем ½ объёма знаний, предусмотренных программой	1	Наблюдение, тестирование, контрольный опрос и др.
		Средний уровень – объём усвоенных знаний составляет более ½.	5	
		Максимальный уровень – освоил практически весь объём знаний, предусмотренных программой в конкретный период	10	
1.2. Владение специальной терминологией	Осмысленность и правильность использования специальной терминологии	Минимальный уровень – ребёнок, как правило, избегает употреблять специальные термины	1	Собеседование
		Средний уровень – сочетает специальную терминологию с бытовой	5	
		Максимальный уровень – специальные термины употребляет осознанно, в полном соответствии с их содержанием	10	
<b>2. Практическая подготовка ребёнка</b>				
2.1. Практические умения и навыки, предусмотренные программой (по основным разделам учебно-тематического плана программы)	Соответствие практических умений и навыков программным требованиям	Минимальный уровень – ребёнок овладел менее, чем ½ предусмотренных умений и навыков	1	Контрольное задание
		Средний уровень – объём усвоенных умений и навыков составляет более ½.	5	
		Максимальный уровень – овладел практически всеми умениями и навыками, предусмотренными программой в конкретный период.	10	
2.2. Интерес к занятиям в детском объединении	Отсутствие затруднений в использовании специального оборудования и оснащения	Минимальный уровень умений – ребёнок испытывает серьёзные затруднения при работе с оборудованием.	1	Контрольное задание
		Средний уровень – работает с оборудованием с помощью педагога.	5	

		Максимальный уровень – работает с оборудованием самостоятельно, не испытывает особых затруднений.	10	
2.3. Творческие навыки	Креативность в выполнении практических заданий	Начальный (элементарный) уровень развития креативности – ребёнок в состоянии выполнять лишь простейшие практические задания педагога	1	Контрольное задание
		Репродуктивный уровень – в основном выполняет задания на основе образца	5	
		Творческий уровень – выполняет практические задания с элементами творчества.	10	
<b>3. Общеучебные умения и навыки ребёнка</b>				
3.1.1 Умение подбирать и анализировать специальную литературу	Самостоятельность в выборе и анализе литературы	Минимальный уровень умений – ребёнок испытывает серьёзные затруднения при работе со специальной литературой, нуждается в постоянной помощи и контроле педагога.	1	Анализ исследовательской работы
		Средний уровень – работает со специальной литературой с помощью педагога или родителей.	5	
		Максимальный уровень – работает со специальной литературой самостоятельно, не испытывает особых трудностей.	10	
3.1.2. Умение пользоваться компьютерными источниками информации	Самостоятельность в пользовании компьютерными источниками информации	Минимальный уровень умений – ребёнок испытывает серьёзные затруднения при работе с компьютерными источниками информации, нуждается в постоянной помощи и контроле педагога.	1	Анализ исследовательской работы
		Средний уровень – работает с компьютерными источниками информации с помощью педагога или родителей.	5	
		Максимальный уровень – работает с компьютерными источниками информации самостоятельно, не испытывает особых трудностей.	10	

3.1.3. Умение осуществлять учебно-исследовательскую работу (писать рефераты, проводить самостоятельные учебные исследования)		Минимальный уровень умений – ребёнок испытывает серьёзные затруднения при проведении исследовательской работы, нуждается в постоянной помощи и контроле педагога	1	Анализ исследовательской работы
		Средний уровень – занимается исследовательской работой с помощью педагога или родителей.	5	
		Максимальный уровень – осуществляет исследовательскую работу самостоятельно, не испытывает особых трудностей.	10	

### 3.2. Учебно-коммуникативные умения

3.2.1 Умение слушать и слышать педагога	Адекватность восприятия информации, идущей от педагога	Минимальный уровень умений. По аналогии с п.3.1.1.	1	Наблюдение
		Средний уровень. По аналогии с п.3.1.1.	5	
		Максимальный уровень. По аналогии с п.3.1.1.	10	
3.2.2. Умение выступать перед аудиторией	Свобода владения и подачи обучающимся подготовленной информации	Минимальный уровень умений. По аналогии с п.3.1.1.	1	Наблюдение
		Средний уровень. По аналогии с п.3.1.1.	5	
		Максимальный уровень. По аналогии с п.3.1.1.	10	
3.2.3. Умение вести полемику, участвовать в дискуссии	Самостоятельность в построении дискуссионного выступления, логика в построении доказательств.	Минимальный уровень умений. По аналогии с п.3.1.1.	1	Наблюдение
		Средний уровень. По аналогии с п.3.1.1.	5	
		Максимальный уровень. По аналогии с п.3.1.1.	10	

### 3.3. Учебно-организационные умения и навыки:

3.3.1. Умение организовать своё рабочее (учебное) место	Способность самостоятельно готовить своё рабочее место к деятельности и убирать его за собой	Минимальный уровень умений. По аналогии с п.3.1.1.	1	Наблюдение
		Средний уровень. По аналогии с п.3.1.1.	5	
		Максимальный уровень. По аналогии с п.3.1.1.	10	
3.3.2. Навыки соблюдения в процессе деятельности	Соответствие реальных навыков соблюдения	Минимальный уровень умений. По аналогии с п.3.1.1.	1	Наблюдение
		Средний уровень. По аналогии с п.3.1.1.	5	

правил безопасности	правил безопасности программным требованиям	Максимальный уровень. По аналогии с п.3.1.1.	10	
3.3.3. Умение аккуратно выполнять работу	Аккуратность и ответственность в работе	Минимальный уровень умений. По аналогии с п.3.1.1.	1	Наблюдение
		Средний уровень. По аналогии с п.3.1.1.	5	
		Максимальный уровень. По аналогии с п.3.1.1.	10	

Совокупность измеряемых показателей разделена в таблице на несколько групп.

*Первая группа* показателей — **теоретическая подготовка ребенка** включает:

- теоретические знания по программе – то, что обычно определяется словами «Знать»;
- владение специальной терминологией по тематике программы — набором основных понятий, отражающих специфику изучаемого предмета.

*Вторая группа* показателей — **практическая подготовка ребенка** включает:

- практические умения и навыки, предусмотренные программой, — то, что обычно определяется словами «Уметь»;
- владение специальным оборудованием и оснащением, необходимым для освоения курса;
- творческие навыки ребенка — творческое отношение к делу и умение воплотить его в готовом продукте.

*Третья группа* показателей — **общеучебные умения и навыки ребенка**. Без их приобретения невозможно успешное освоение любой программы. В этой группе представлены:

- учебно-интеллектуальные умения;
- учебно-коммуникативные умения;
- учебно-организационные умения и навыки.

**Таблица 3. Индивидуальная карточка учёта результатов обучения ребёнка по дополнительной общеразвивающей программе «Наноквантум. Линия 0» (в баллах, соответствующих степени выраженности измеряемого качества)**

Фамилия, имя, отчество обучающегося \_\_\_\_\_  
 Возраст обучающегося (класс) \_\_\_\_\_  
 Группа \_\_\_\_\_  
 Фамилия, имя, отчество педагога \_\_\_\_\_  
 Дата начала наблюдения \_\_\_\_\_

Показатели	Первый год обучения	
	конец I полугодия	конец уч.года
<b>1. Теоретическая подготовка ребёнка</b>		
1.1 Теоретические знания		
1.2. Владение специальной терминологией		
<b>2. Практическая подготовка ребёнка</b>		
2.1. Практические умения и навыки, предусмотренные программой:		
2.2. Владение специальным оборудованием и оснащением		
2.3. Творческие навыки		
<b>3. Общеучебные умения и навыки ребёнка</b>		
<i>3.1. Учебно-интеллектуальные умения:</i>		
а) подбирать и анализировать специальную литературу		
б) пользоваться компьютерными источниками информации		
в) осуществлять учебно-исследовательскую работу		
<i>3.2. Учебно-коммуникативные умения:</i>		
а) слушать и слышать педагога		
б) выступать перед аудиторией		
в) вести полемику, участвовать в дискуссии		
<i>3.3. Учебно-организационные умения и навыки:</i>		
а) умение организовать своё рабочее (учебное) место;		
б) навыки соблюдения правил безопасности в процессе деятельности;		
в) умение аккуратно выполнять работу		
<b>4. Предметные достижения учащегося:</b>		
4.1. На уровне ГОАОУ ЦПОД «Стратегия»		
4.2. На муниципальном уровне		
4.3. На всероссийском уровне		
4.4. На региональном и межрегиональном уровне		
4.5. На международном уровне		
<b>Итого</b>		

**Таблица 4. Характеристика деятельности по освоению предметного содержания дополнительной общеразвивающей программы «Наноквантум. Линия 0»**

<b>Название уровня</b>	<b>НАЧАЛЬНЫЙ</b>	<b>БАЗОВЫЙ</b>	<b>ПРОДВИНУТЫЙ</b>
<b>Способ выполнения деятельности</b>	Репродуктивный	Продуктивный	Творческий
<b>Метод исполнения деятельности</b>	С подсказкой, по образцу, по опорной схеме.	По памяти, по аналогии	Исследовательский
<b>Основные предметные умения и компетенции обучающегося</b>	<p>Усвоение правил техники безопасности;</p> <p>Освоение основами проектной деятельности, развитие познавательного интереса к различным аспектам химии, физики, биологии, экологии, умение применять полученные знания.</p> <p>Умение работать с реактивами и химической посудой</p> <p>Изучение терминологии</p>	<p>Умение самостоятельно работать с различными информационными ресурсами, структурирование сложного материала и способность сформулировать задачу достаточно простым языком, решать задачи по физике и химии, разрабатывать проекты. Умение оформлять и делать выводы при выполнении лабораторной работы</p>	<p>Креативность в выполнении практических заданий, решение задачи по нанотехнологиям, который еще не использовался на занятиях, либо выполнить новое задание самостоятельно, применив необычный, оригинальный подход к научному исследованию. Уметь работать со сложным лабораторным оборудованием.</p> <p>Осмысленность и правильность использования специальной терминологии при написании статей и тезисов</p>
<b>Деятельность учащегося</b>	<p>Актуализация знаний.</p> <p>Произвольное и произвольное запоминание (в зависимости от характера задания).</p> <p>Усвоение правил техники безопасности;</p> <p>Знание основ проектной деятельности,</p> <p>Развитие познавательного интереса</p>	<p>Восприятие знаний и осознание проблемы.</p> <p>Внимание к последовательности и контролю над степенью реализации задуманного.</p> <p>Мысленное прогнозирование очередных шагов изготовления изделия.</p>	<p>Самостоятельная разработка и выполнение творческих проектов. (умения выполнить и оформить результаты научного исследования, умения привлечь помощников, презентовать свою работу и т.п.) Самоконтроль в процессе выполнения и самопроверка его результатов.</p> <p>Преобладание произвольного запоминания материала, связанного с</p>

	к различным аспектам химии, физики, биологии, экологии	<p>Запоминание (в значительной степени произвольное).  умение распределять работу в команде, умение выслушать друг друга, организация и планирование работы, навыки соблюдения в процессе деятельности правил безопасности, овладение основными общими умениями работы в физико-химической лаборатории.</p> <p>Умение применять полученные знания.  Умение работать с реактивами и химической посудой  Знание терминологии</p>	<p>заданием.  Согласованность действий, правильность и полнота выступлений;  Умение искать информацию в свободных источниках и структурировать ее;  Приобретение способности быстрого освоения новых инструментальных и технических средств;</p>
<b>Деятельность педагога</b>	<p>Составление и предъявление задания на воспроизведение знаний и способов умственной и практической деятельности.  Для наиболее эффективного освоения школьниками изучаемого материала основные лекции курса сопровождаются практиками, в том числе с использованием технологического и аналитического оборудования.</p>	<p>Постановка проблемы и реализация ее по этапам.  Руководство и контроль за выполнением.</p>	<p>Создание условий для выявления, реализации и осмысления познавательного интереса, образовательной мотивации, построение и реализации индивидуальных образовательных маршрутов.  Составление и предъявление заданий познавательного и практического характера на выполнение работы.  Сотворчество педагога и обучающегося.</p>



## Примерная итоговая контрольная работа

Для контроля знаний были выбраны тесты, так как их легко можно дифференцировать по степени сложности.

### Тест №1 «ВВЕДЕНИЕ»

1. Что означает слово «нано»?
  - одну девятую часть
  - одну сотую часть
  - одну миллиардную часть
2. Какими инструментами пользуются нанотехнологи?
  - оптическим микроскопом
  - зондовым микроскопом
  - пилой и топором
3. Наночастицы имеют размер:
  - от одного до ста нанометров
  - от одного до двух нанометров
  - от одного до миллиарда нанометров
4. Что такое способ получения наночастиц «сверху вниз»?
  - исходный материал бросают с большой высоты, и он распадается на наночастицы
  - исходный материал измельчают до тех пор, пока его частицы не станут наноразмерными
  - на исходный материал сверху бросают что-нибудь тяжёлое и он распадается на наночастицы
5. Что такое способ получения наночастиц «снизу вверх»?
  - исходный материал подбрасывают вверх и он распадается на наночастицы
  - исходный материал сверлят снизу до получения наночастиц
  - наночастицы получают, объединяя отдельные атомы

### Тест № 2 «НАНОХИМИЯ И НАНОМАТЕРИАЛЫ»

1. Как называется металл, который сам себя защищает от высокой температуры?
  - потеющий металл
  - мерзнущий металл
  - защищенный металл
2. Фуллерены и углеродные нанотрубки получают из:
  - графита
  - алмаза
  - бумаги
3. Умная пыль:
  - следит за изменениями среды вокруг себя и сообщает об этом человеку
  - загрязняет окружающую среду, собираясь в самом чистом месте
  - очищает окружающую среду, собирая обычную пыль

4. Наноэлектроника занимается созданием интегральных схем с размерами:

- менее ста нанометров
- менее десяти тысяч нанометров
- менее миллиметра

5. Умная одежда в будущем:

- будет думать за человека
- будет следить за самочувствием человека
- будет писать стихи

### **Тест №3 «НЭМС, НАНОСЕНСОРЫ И НАНОЭЛЕКТРОНИКА»**

1. Сенсоры:

- реагируют на изменения окружающей среды, имитируя органы чувств человека и животных
- изменяют окружающую среду
- предотвращают изменения окружающей среды

2. Газоанализатор в аэропорту определяет по запаху:

- не провозит ли пассажир взрывчатку или наркотики
- что пассажир ел на завтрак
- когда пассажир в последний раз принимал душ

3. Слово «сенсор» означает:

- датчик
- проигрыватель
- записывающее устройство

4. Сколько наноавтомобилей помещается на стоянке площадью в один квадратный миллиметр?

- пять
- тысяча
- десять миллиардов

5. Микросхемы создают, формируя рельеф:

- на золотой пластине
- на кремниевой пластине
- на деревянной пластине

### **Тест № 4 «НАНОБИОТЕХНОЛОГИИ»**

**1. С помощью нанобиотехнологии можно создавать лекарства:**

- специально для каждого человека, учитывая особенности его организма
- одно лекарство от всех болезней для всех людей
- в эпоху нанотехнологии лекарства людям будут не нужны

**2. Медицинские нанороботы будут:**

- разбирать больной орган человека на отдельные клетки, удалять больные клетки, а потом собирать орган
- лечить больные клетки человека, двигаясь по его кровеносным сосудам
- заменят людей-врачей и будут вести прием в поликлинике

**3. В микроскоп видно, что поверхность листьев лотоса:**

- абсолютно гладкая
  - покрыта ровными бороздками
  - сплошь покрыта выпуклыми бугорками
- 4. Со стекла с «эффектом лотоса»:**
- скатываются капли воды, а грязь задерживается
  - скатываются и капли воды, и частицы любой грязи
  - скатываются частицы грязи, а вода задерживается
- 5. Лапки геккона покрыты:**
- миллионами волосков, расщепленных на миллиарды нановолокон
  - сотнями крошечных шишечек
  - ничем не покрыты, совершенно гладкие
- 6. «Geckel» — это материал, в котором:**
- клей геккона соединен со способом передвижения мидий
  - клей мидий соединен со способом передвижения геккона
  - это новый сорт мороженого
- 7. Биокomпьютер состоит:**
- из живых клеток
  - из муравьев
  - из цветов
- 8. Чему можно научить «программируемые» бактерии:**
- танцевать
  - сообщать о вторжении в человеческий организм вирусов и болезнетворных бактерий
  - играть в нанофутбол
- 9. Что скрывается под словом «нанобиореактор»:**
- растение
  - дельфин
  - бактерия или вирус
- 10. В клетках дрожжевых бактерий можно вырастить микрокристаллины кадмия и лантана размером:**
- 2 нанометра
  - 2 микрометра
  - 2 миллиметра
- 11. Как можно использовать в нанотехнологиях вирус табачной мозаики?**
- в качестве наномозаики
  - в качестве наноконтейнера и наноэлектрода
  - в качестве наноклея

## Ответы на тесты

### Тест № 1 «ВВЕДЕНИЕ»

1. «Нано» означает одну миллиардную часть
2. Наночастицы имеют размер от одного до ста нанометров
3. Способ получения наночастиц «сверху вниз» состоит в том, что исходный материал измельчают до тех пор, пока его частицы не станут наноразмерными
4. Способ получения наночастиц «снизу вверх» состоит в том, что наночастицы получают, объединяя отдельные атомы
5. Нанотехнологи пользуются зондовым микроскопом

## **Тест № 2 «НАНОХИМИЯ И НАНОМАТЕРИАЛЫ»**

1. Фуллерены и углеродные нанотрубки получают из графита
2. Металл, защищающий себя от высокой температуры, называется потеющим металлом
3. Умная пыль следит за изменениями среды вокруг себя и сообщает об этом человеку
4. Нанoeлектроника занимается созданием интегральных схем с размерами менее ста нанометров.
5. Умная одежда в будущем будет следить за самочувствием человека

## **Тест №3 «НЭМС, НАНОСЕНСОРЫ И НАНОЭЛЕКТРОНИКА»**

1. Сенсоры реагируют на изменения окружающей среды, имитируя органы чувств человека и животных
  2. Газoанализатор в аэропорту определяет по запаху — не провозит ли пассажир взрывчатку или наркотики
  3. Слово «сенсор» означает «датчик»
  4. На стоянке площадью в один квадратный миллиметр помещается десять миллиардов наноавтомобилей
  5. Микросхемы создают, формируя рельеф на кремниевой пластине
- 
2. На стоянке площадью в один квадратный миллиметр помещается десять миллиардов наноавтомобилей
  3. Слово «сенсор» означает «датчик»
  4. Сенсоры реагируют на изменения окружающей среды, имитируя органы чувств человека и животных
  5. Умная одежда в будущем будет следить за самочувствием человека

## **Тест № 4 «НАНОБИОТЕХНОЛОГИИ»**

1. С помощью нанобиотехнологии можно создавать лекарства специально для каждого человека, учитывая особенности его организма
2. Медицинские нанороботы будут лечить больные клетки человека, двигаясь по его кровеносным сосудам
3. В микроскоп видно, что поверхность листьев лотоса сплошь покрыта выпуклыми бугорками
4. Со стекла с «эффектом лотоса» скатываются и капли воды, и частицы любой грязи
5. Лапки геккона покрыты миллионами волосков, расщепленных на миллиарды нановолокон
6. «Geckel» — это материал, в котором клей мидий соединен со способом передвижения геккона
7. Биокomпьютер состоит из живых клеток
8. «Программируемые» бактерии можно научить сообщать о вторжении в человеческий организм вирусов и болезнетворных бактерий
9. Под словом нанобиореактор скрывается бактерия или вирус
10. В клетках дрожжевых бактерий можно вырастить микрокристаллины кадмия и лантана размером 2 нанометра
11. Вирус табачной мозаики в нанотехнологиях можно использовать в качестве наноконтейнера и нанoeлектрода

## Правила выбора темы и примерные темы проектных работ

Способы решения проблем начинающими исследователями во многом зависят от выбранной темы. Надо помочь детям найти все пути, ведущие к достижению цели, выделить общепринятые, общеизвестные и нестандартные, альтернативные; сделать выбор, оценив эффективность каждого способа.

**Правило 1.** Тема должна быть интересна ребенку, должна увлекать его. Исследовательская работа эффективна только на добровольной основе. Тема, навязанная ученику, какой бы важной она ни казалась взрослым, не даст должного эффекта.

**Правило 2.** Тема должна быть выполнима, решение ее должно быть полезно участникам исследования. Натолкнуть ребенка на ту идею, в которой он максимально реализуется как исследователь, раскроет лучшие стороны своего интеллекта, получит новые полезные знания, умения и навыки, – сложная, но необходимая задача для педагога.

**Правило 3.** Тема должна быть оригинальной с элементами неожиданности, необычности. Оригинальность следует понимать как способность нестандартно смотреть на традиционные предметы и явления.

**Правило 4.** Тема должна быть такой, чтобы работа могла быть выполнена относительно быстро. Способность долго концентрировать собственное внимание на одном объекте, т. е. долговременно, целеустремленно работать в одном направлении, у школьника ограничена.

**Правило 5.** Тема должна быть доступной. Она должна соответствовать возрастным особенностям детей. Это касается не только выбора темы исследования, но и формулировки и отбора материала для ее решения. Одна и та же проблема может решаться разными возрастными группами на различных этапах обучения.

**Правило 6.** Сочетание желаний и возможностей. Выбирая тему, педагог должен учесть наличие требуемых средств и материалов – исследовательской базы. Ее отсутствие, невозможность собрать необходимые данные обычно приводят к поверхностному решению, порождают "пустословие". Это мешает развитию критического мышления, основанного на доказательном исследовании и надежных знаниях.

**Правило 7.** С выбором темы не стоит затягивать. Большинство учащихся не имеют постоянных пристрастий, их интересы ситуативны. Поэтому, выбирая тему, действовать следует быстро, пока интерес не угас.

## Примеры тем проектов

Коллоидные растворы. Изучение свойств и применение.

1. Материалы с памятью формы и опыты с ними
2. Эффекты в неньютоновских жидкостях
3. Штормгласс: эксперименты и гипотезы
4. Термохромизм. Физический и химический термохромизм.
5. Гамма цветов растительных пигментов
6. Цеолиты-кипящие камни
7. Полиэтилены высокого и низкого давления
8. Применение адсорбционных явлений в экологии
9. Полимерные гидрогели и их сорбционные свойства.
10. Комплексное использование побочных продуктов агропромышленного комплекса.

## **Перечень критериев оценивания проектов**

1. Постановка цели, планирование путей ее достижения.
2. Постановка и обоснование проблемы проекта.
3. Глубина раскрытия темы проекта.
4. Разнообразие источников информации, целесообразность их использования.
5. Соответствие выбранных способов работы цели и содержанию проекта.
6. Анализ хода работы, выводы и перспективы.
7. Личная заинтересованность автора, творческий подход к работе.
8. Соответствие требованиям оформления письменной части.
9. Качество проведения презентации.
10. Качество проектного продукта.

## 4.1.1 Карточка кейса

Кейс	<b>Классификация химических реакций в зависимости от условий и признаков их протекания</b>
Вид модуля	Исследовательский
Количество часов	4
Описание модуля	На первом этапе выполнения задания кейса (базовый уровень) учащиеся исследуют типы химических реакций, определяют классификацию химических реакций по числу и составу реагирующих и образующихся веществ; продолжают отрабатывать умение расставлять коэффициенты. Второй этап (продвинутый уровень) заключается в формирование исследовательской компетенции учащихся при изучении типов химических реакций, развитие научного мышления через установление причинно - следственных связей; эксперимент и анализ эмпирических данных, умений анализировать результаты наблюдаемых опытов.
Проблематика модуля	Мир химических реакций весьма разнообразен. Самые различные химические реакции постоянно происходят в природе, осуществляются человеком. Можно ли классифицировать химические реакции? Что положить в основу их классификации?
Цель и задачи модуля	Цель: расширить и закрепить знания учащихся об условиях, признаках протекания химических реакций, обеспечить усвоение понятия классификации химических реакций, деления их на типы. Задачи: - изучить и систематизировать знания о типах химических реакций; - закрепить умения составлять уравнения химических реакций и расставлять коэффициенты в уравнениях химических реакций; - сформировать комплекс общеучебных познавательных умений: логически мыслить, анализировать, сравнивать, обобщать, делать выводы, аргументировать и отстаивать свою точку зрения.
Предполагаемые результаты учащихся	Soft skills: - умение работать в команде при выполнении исследований; - креативность при решении поставленных задач; - совершенствование коммуникативных и организационных умений (правильное использование химической терминологии и символики, потребности вести диалог, выслушивать оппонента, способности открыто выражать и аргументированно отстаивать свою точку зрения). Hard skills: - формирование навыков по умению: - проведения химической реакции, в зависимости от условий реакции; - развивать логическое мышление при определении типа реакции.
Ресурсы и материалы	компьютер, проектор, презентация «Типы химических реакций», незаконченный исследовательский кластер «Типы химических реакций», реактивы и оборудование для эксперимента: Mg, колба с кислородом, железный гвоздь, раствор CuSO <sub>4</sub> , Zn, раствор NaOH, HCl, малахит. Инструкция по технике безопасности. Методические указания к каждому исследованию.

## 4.1.2 Описание выполнения кейса

**Кейс «Классификация химических реакций в зависимости от условий и признаков их протекания».**

**Цель:** научиться классифицировать химические реакции по числу и составу реагирующих и образующихся веществ; выделять признаки химических реакций; научиться определять типы химических реакций.

**Тип решаемой задачи:** исследовательский.

**Метод работы с кейсом:** экспериментальная работа.

**Задание для учащихся:** 1) в предложенном кластере отобразить характеристики химических реакций; 2) определить типы химических реакций экспериментальным путём.

**Компетенции**

**Soft:**

- взаимопонимание при работе в творческих группах;
- познавательная активность при выполнении заданий;
- обсуждение полученных результатов.

**Hard:**

**Знание:**

- типов химических реакций и условий их протекания;
- признаков, которые положены в основу классификации химических реакций.

**Умение:**

- спланировать эксперимент по разделению химических реакций на типы в зависимости от условий и признаков химических реакций;
- составлять уравнения химических реакций и расставлять коэффициенты в уравнениях химических реакций.

**Владение:**

- навыками классификации химических реакций по числу и составу реагирующих и образующихся веществ.

**Количество часов:** 4ч.

**Межпредметные связи:**

- **физика:** тело, вещество, атом, молекула, физические и химические явления, температура, скорость.
- **математика:** коэффициенты, пропорции, выполнение расчетных заданий.
- **химия:** химические реакции, признаки химических реакций.

**Оборудование и материалы:** кластер «Химические реакции», реактивы и оборудование для демонстрационного эксперимента и лабораторных опытов: Mg, колба с кислородом, железный гвоздь, раствор CuSO<sub>4</sub>, Zn, раствор NaOH, HCl, малахит.

### Ход работы

#### 1. Обучающий компонент

- изучить условия возникновения химических реакций;
- расширить знания о признаках протекания химических реакций;
- познакомиться с методикой определения типов химических реакций.

**Проблематика:**

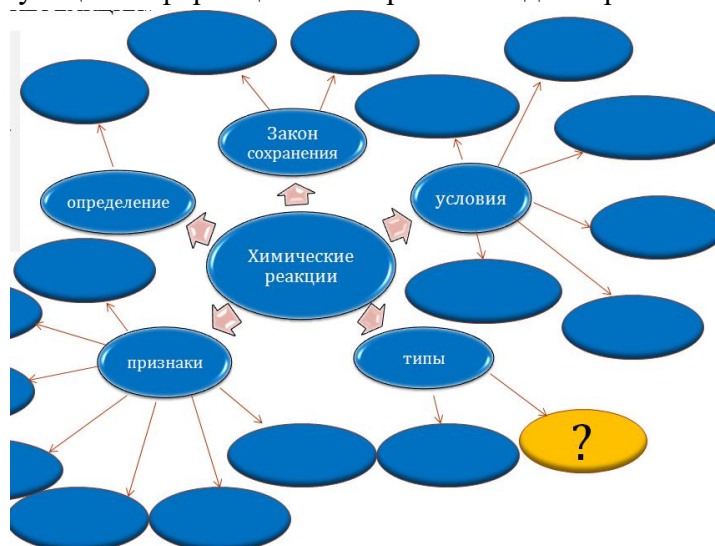


Все, что нас окружает, состоит из веществ. Кажется, они живут своей жизнью, таинственной, непостижимой. Взаимодействуя, они изменяют свой состав. И задача человека, изучив волшебный мир химических реакций, постараться использовать полученные знания на благо.

- Можно ли выделить признак, по которому химические реакции делятся на группы?
- Различаются ли между собой реакции одной группы?

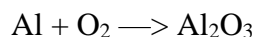
## 2. Исследовательский компонент.

Заполните пустые овалы кластера, отражающего различные характеристики химических реакций, соответствующей информацией. Раскройте каждый признак.



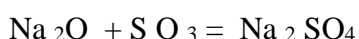
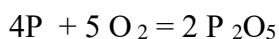
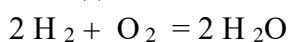
### Эксперимент № 1: «Бенгальский огонь».

Подожжём бенгальский огонь. Какие признаки химической реакции наблюдаете?



Расставьте коэффициенты.

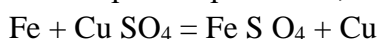
Как одним словом можно назвать процесс, который протекает?



Что объединяет эти реакции? В чем их отличие?

### Эксперимент № 2: Взаимодействуют ли простые вещества со сложными веществами?

Железный гвоздь опустить в раствор  $CuSO_4$ . Что наблюдаете? Спрогнозируйте, что еще образовалось? Запишите уравнение данной реакции. Определите ее тип. Укажите признаки, по которым определили, что произошла химическая реакция?



### Эксперимент № 3: «Реакции обмена»

*Правила безопасности.* Соблюдайте осторожность при работе с растворами кислот и щелочей.

**Опыт 1.** В пробирку налейте 1-2 капли раствора сульфата меди  $CuSO_4$  и прилейте раствор гидроксида натрия  $NaOH$ . Что наблюдаете? Составьте уравнение химической реакции.



#### 4.2.1 Карточка кейса

<b>Кейс</b>	<b>Химические явления в окружающем мире</b>
Вид модуля	Исследовательский
Количество часов	4
Описание модуля	<p>В детском технопарке «Кванториум» ребята, посещающие «Наноквантум» в основном в возрасте 12-16 лет, но есть и маленькие дети 9-11, у которых химия и физика еще не преподаются, а физика только начинается, но у них имеется огромный интерес к научной деятельности. Перед тем, как что-то открыть и изобрести, необходимо иметь базу, которой у этих ребят нет в полном объеме, но есть желание заниматься исследовательской и проектной деятельностью, которое преподавателям дополнительного образования необходимо поддержать, помочь в понимании междисциплинарности нанотехнологий, формировании устойчивого интереса и расширения образовательных возможностей учащихся.</p> <p>На первом этапе выполнения заданий кейса (базовый уровень) учащиеся знакомятся с химическими и физическими явлениями, встречающимися в окружающем мире, учатся определять вид явления по соответствующим признакам.</p> <p>Второй этап (продвинутый уровень) заключается в проведении эксперимента, отражающего ход химической реакции, в приобретении навыков экспериментально определять ряд признаков, по которым можно идентифицировать химические явления.</p>
Проблематика модуля	<p>Большинство явлений, происходящих в окружающем мире, делятся на физические и химические.</p> <p>Физические явления — это явления, при которых обычно изменяется только агрегатное состояние веществ. Примеры физических явлений — плавление стекла, испарение или замерзание воды.</p> <p>Химические явления — это явления, в результате которых из данных веществ образуются другие вещества. При химических явлениях исходные вещества превращаются в другие вещества, обладающие другими свойствами. Примеры химических явлений — сгорание топлива, гниение органических веществ, ржавление железа, скисание молока. Химические явления иначе называют химическими реакциями. О том, что при химических реакциях одни вещества превращаются в другие, можно судить по внешним признакам: выделению теплоты (иногда света), изменению окраски, появлению запаха, образованию осадка, выделению газа.</p> <p>Большое значение имеют химические реакции. Они используются для получения металлов, пластмасс, минеральных удобрений, медикаментов и т. д., а также служат источником различных видов</p>

	<p>энергии. Так, при сгорании топлива выделяется теплота, которую используют в быту и в промышленности.</p> <p>Все процессы жизнедеятельности (дыхание, пищеварение, фотосинтез и др.), протекающие в живых организмах, также связаны с различными химическими превращениями. Например, химические превращения веществ, содержащихся в пище (белков, жиров, углеводов), протекают с выделением энергии, которая используется организмом для обеспечения процессов жизнедеятельности.</p> <p>Для начала многих химических реакций необходимо привести в тесное соприкосновение реагирующие вещества. Для этого их измельчают и перемешивают; площадь соприкосновения реагирующих веществ при этом увеличивается. Наиболее тонкое дробление веществ происходит при их растворении, поэтому многие реакции проводят в растворах.</p> <p>При химических реакциях происходит превращение одних веществ в другие. Изменяются вещества, значит, изменяются их свойства. Изменения, происходящие с веществами, свидетельствуют о протекании химической реакции и являются признаками химических реакций.</p> <p>Признаки химических реакций: выделение газа; образование или растворение осадка; изменение цвета; изменение запаха; излучение света; выделение или поглощение тепла.</p>
<p>Цель и задачи модуля</p>	<p>Цель: изучить физические и химические явления, по признакам выявить особенности протекания химических реакций на примере проведения эксперимента «Фараонова Змея».</p> <p>Задачи:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- познакомиться с понятием «химическая реакция» и выявить признаки химических реакций;</li> <li>- изучены признаки химических реакций на примере проведения эксперимента «Фараонова Змея»;</li> <li>- экспериментально ознакомиться с признаками химической реакции на примере проведения и изучения горения глюконата кальция под названием «Фараонова змея».</li> <li>- собрать из конструктора шарстержневых моделей молекул все вещества, участвующие и образующиеся в результате эксперимента «Фараонова змея».</li> </ul>
<p>Предполагаемые результаты учащихся</p>	<p>Soft skills:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- работа в команде при выполнении исследовательского компонента, гибкость, коммуникабельность, мотивация себя и других;</li> <li>- целеустремленность при решении поставленных задач;</li> <li>- подготовка презентации по итогам работы;</li> <li>- ведение дискуссии при обсуждении полученных результатов;</li> <li>- обучение других</li> </ul>

	<p><b>Hard skills:</b>  формирование навыков по умению:  - подготовить и воспроизвести лабораторную работу, отражающую реакцию горения глюконата кальция;  - экспериментально определять признаки химических реакций и;  - способность применять теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении конкретных научных и производственных задач;  - владение навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований.</p>
Ресурсы и материалы	<p>Сухое горючее, спички, таблетки глюконата кальция, керамическая подставка, стеклянный колпак,  Инструкция по технике безопасности.  Методические указания к лабораторной работе.</p>

#### 4.2.2 Описание выполнения кейса

##### Кейс «Химические явления в окружающем мире»

**Цель:** Изготовление моделей молекул веществ, участвующих в реакции горения глюконата кальция, из конструктора.

**Тип решаемой задачи:** исследовательский.

**Метод работы с кейсом:** экспериментальная работа.

**Задание для учащихся:** На основании уравнения химической реакции горения глюконата кальция собрать из конструктора шаростержневых моделей молекул исходные вещества и продукты реакции горения.

##### **Компетенции:**

##### **Soft skills:**

- работа в команде при выполнении исследовательского компонента, гибкость, коммуникабельность, мотивация себя и других;
- целеустремленность при решении поставленных задач;
- подготовка презентации по итогам работы;
- ведение дискуссии при обсуждении полученных результатов;
- обучение других

##### **Hard skills:**

##### **Знание:**

- теоретических основ традиционных и новых разделов химии при решении конкретных научных и производственных задач;
- понятия «химический элемент», «химическое вещество», «химическая связь».

##### **Умение:**

- составлять уравнение химической реакции;
- применять знания геометрии для воспроизводства с помощью конструктора моделей химических веществ.

##### **Владение:**

- знания о химических элементах и типах связи;
- навыками моделирования.

##### **Межпредметные связи:**

- **физика:** физические свойства веществ, строение атома;
- **химия:** механизмы химических реакций.
- **геометрия:** объемное строение веществ.

**Оборудование и материалы:** Набор атомов для составления моделей молекул; методические указания к лабораторной работе. В состав набора входят:

1. Шары (42шт.), представляющие собой модели атомов различных элементов. Определенный вид атомов (химический элемент) имеет соответствующую окраску. Отверстия в шарах соответствуют валентности элементов. Некоторые элементы, например азот, сера, в различных соединениях проявляют переменную валентность.
2. Стержни двух видов: металлические – используются для моделирования одинарных связей и пластмассовые гибкие – используются для моделирования двойных и тройных связей.

### Ход работы

#### 1. Обучающий компонент

- На основе ознакомления с понятием «химическая реакция» и выявил признаки химических реакций и изучения признаки химических реакций на примере проведения эксперимента «Фараонова Змея» выписать уравнение химической реакции и сделать попытку объяснить признаки химической реакции, составить объемные модели участвующих в химической реакции веществ.

После наблюдения за процессом горения глюконата кальция (кейс № 1) надо было выписать уравнение химической реакции и попытаться объяснить образование оксида кальция (белая голова змеи), выделение углерода (черное туловище змеи), увеличение размеров и формы змеи по сравнению с исходными таблетками (выделение газообразной соды и углекислого газа). Признаки химической реакции горения глюконата кальция: выделению теплоты изменение окраски, появлению запаха, выделению газа.

Для подробного изучения структуры исходного вещества (глюконата кальция) (рис. 1) и образующихся продуктов (вода, углекислый газ, оксид кальция) модели этих веществ необходимо собрать из конструктора шаростержневых моделей молекул (рис. 2).

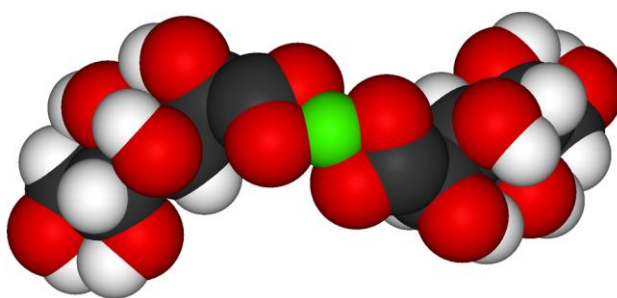
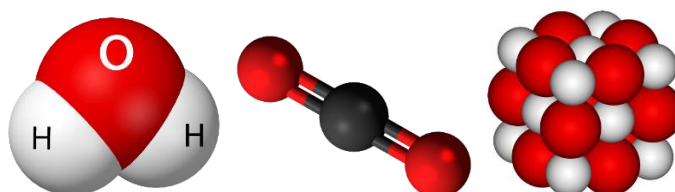


Рис. 1 – структурная формула глюконата кальция



Структурные формулы молекулы  $H_2O$   $CO_2$ ,  $CaO$

Рис. 2 – структурные формулы воды, углекислого газа и оксида кальция

### **Проблематика:**

- Что можно сказать о строении химических соединений, участвующих в химической реакции?

### **2. Исследовательский компонент**

- 1) Ознакомьтесь с правилами по технике безопасности при выполнении лабораторной работы;
- 2) Определить, из каких химических элементов состоят участвующие в химической реакции вещества;
- 3) Собрать из конструктора шарстержневых моделей молекул все вещества, участвующие и образующиеся в результате эксперимента «Фараонова змея».

**Результаты эксперимента:** Получен опыт работы с конструктором шарстержневых моделей молекул все вещества, участвующих и образующиеся в результате эксперимента «Фараонова змея».

### **Выводы:**

- 1) Определено, из каких химических элементов состоят участвующие в химической реакции вещества;
- 2) Из конструктора шарстержневых моделей молекул все вещества, участвующие и образующиеся в результате эксперимента «Фараонова змея», собраны участвующие в реакции вещества.

### **Рефлексия**

Подготовка к работе в научно-исследовательской лаборатории,

Освоение правил техники работы с конструктором шарстержневых моделей молекул;

Из конструктора шарстержневых моделей молекул все вещества, участвующие и образующиеся в результате эксперимента «Фараонова змея», собраны участвующие в реакции вещества.

Для закрепления материала ребятам предлагается собрать простые неорганические вещества из конструктора. Примерные задания и пояснения представлены в приложении:

Приложение (задания для рефлексии)

1. Постройте модели молекул водорода (состоит из 2 атомов водорода), кислорода (состоит из 2 атомов кислорода), углекислого газа (состоит из 2 атомов кислорода и 1 атома углерода), азота (состоит из 2 атомов азота), хлора (состоит из 2 атомов хлора), воды (состоит из 2 атомов водорода и 1 атома кислорода), серы (учитывая, что молекула серы состоит из 8 атомов). Запишите в тетради названия и формулы построенных молекул веществ, выделив в отдельные группы простые и сложные вещества.
2. Постройте модели молекул: -аммиака (состоит из 1 атома азота и 3 атомов водорода); -метана (состоит из 1 атома углерода и 4 атомов водорода); -сероводорода (состоит из 1 атома серы и 2 атомов водорода)  
Определите валентность каждого элемента в построенных соединениях.
3. Постройте модели молекул: -оксида меди (валентности меди и кислорода =2); -оксида натрия (валентность натрия =1); -оксида железа (валентность железа =3)  
Запишите в тетради названия и формулы веществ.

4. Постройте модели молекул кислот: соляной (состоит из 1 атома водорода и 1 атома хлора), серной (состоит из 2 атомов водорода, 1 атома серы и 4 атомов кислорода), азотной (состоит из 1 атома водорода, 1 атома азота и 3 атомов кислорода).

Постройте модели молекул солей: хлорида натрия (состоит из 1 атома хлора, 1 атома натрия), сульфата меди (состоит из 1 атома меди, 1 атома серы и 4 атомов кислорода), нитрата калия (состоит из 1 атома калия, 1 атома азота и 3 атомов кислорода).

Определите валентность кислотного остатка. Запишите в тетради названия и формулы веществ.

5. Постройте модели молекул гидроксида натрия (состоит из 1 атома натрия, 1 атома кислорода и 1 атома водорода), гидроксида кальция (состоит из 1 атома кальция, 2 атома кислорода и 2 атомов водорода), гидроксида алюминия (состоит из 1 атома алюминия, 3 атомов кислорода и 3 атомов водорода). Определите количество гидроксильных групп в названных веществах. Запишите в тетради названия и формулы перечисленных выше оснований.

#### 4.3.1 Карточка кейса

<b>Кейс</b>	<b>«Изучение коагуляции гидрозоля гидроксида железа»</b>
Вид модуля	Исследовательский
Количество часов	4
Описание модуля	На первом этапе выполнения заданий кейса (базовый уровень) учащиеся исследовали влияние длины волны на реализацию эффекта Тиндаля; влияние размера частиц на реализацию эффекта Тиндаля; влияние концентрации частиц на реализацию эффекта Тиндаля; поиск дополнительной информации по вопросу об эффекте Тиндаля; обобщение полученных знаний. Второй этап (продвинутый уровень) заключается в составлении учащимися алгоритмов по определению ЭДС окислительно-восстановительных процессов, составлению гальванических элементов; исследовании зависимости потенциала электрода от концентрации веществ.
Проблематика модуля	Основанные на Тиндаля эффекте методы обнаружения, определения размера и концентрации коллоидных частиц широко применяются в научных исследованиях и промышленной практике (например, в ультрамикроскопах). Механизм защитного действия зависит от образования адсорбционного слоя введенного вещества вместе с его гидратными оболочками на поверхности частиц гидрофобного золя. Защитными веществами в водной среде могут служить белки, углеводы, пектины. Различные высокомолекулярные вещества защищают слои неодинаково. Мерой защитного действия высокомолекулярных соединений является так называемое «золотое число» - то минимальное количество миллиграммов сухого высокомолекулярного соединения, которое необходимо добавить к 10



	<p>мл стандартного (красного) золя золота для того, чтобы предотвратить его коагуляцию (посинение) при введении в систему 1 мл 10%-го раствора хлорида натрия.</p> <p>Аналогично можно оценить «серебряное число», «рубиновое число», «железное число» и т.д. Более простое и легко доступное «железное число» определяют как минимальное число миллиграммов защищающего высокомолекулярного соединения, способного защитить 10 мл золя гидроксида железа от коагулирующего действия 1 мл 0,005 моль/л раствора сульфата натрия.</p>
<p>Цель и задачи модуля</p>	<p>Цель: формирование представлений о научных основах методов получения дисперсных систем, их физических и механических свойствах с использованием современных сведений теоретической химии.</p> <p>Задачи:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- изучить основы термодинамики и структуры полимерных и коллоидных систем;</li> <li>- уделяется внимание проблемам устойчивости систем и поверхностным явлениям на границах раздела фаз разной природы.</li> <li>- изучить возможности физических методов для исследования полимеров и коллоидных систем;</li> </ul> <p>научиться определять «железное число» для растворов ВМС.</p>
<p>Предполагаемые результаты учащихся</p>	<p>Soft skills:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- работа в команде при выполнении исследовательского компонента, гибкость, коммуникабельность, мотивация себя и других;</li> <li>- целеустремленность при решении поставленных задач;</li> <li>- подготовка презентации по итогам работы;</li> <li>- ведение дискуссии при обсуждении полученных результатов;</li> <li>- обучение других</li> </ul> <p>Hard skills:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формирование навыков по умению: экспериментально исследовать и рассчитывать молекулярные параметры макромолекул и дисперсных систем,</li> <li>- способность применять теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении конкретных научных и производственных задач</li> <li>- владение навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований</li> </ul>
<p>Ресурсы и материалы</p>	<p>2 стеклянных контейнера с крышками, источник направленного света (например, лазерная указка), поваренная соль, раствор ПАВ (например, жидкое моющее средство), 1 куриное яйцо, разбавленный раствор соляной кислоты.</p> <p>Пипетки – 10 мл, 2 мл, пробирки – 7 шт., золь Fe(OH)<sub>3</sub>, 1% р-р желатина, полунасыщенный р-р KCl.</p> <p>Инструкция по технике безопасности.</p> <p>Методические указания к каждому исследованию.</p>

## 4.3.2 Описание выполнения кейса

### Кейс «Изучение коагуляции гидрозоля гидроксида железа»

**Цели:** обнаружить коллоиды с помощью эффекта Тиндаля; исследовать влияния факторов, определяющих прохождение светового пучка через коллоидный раствор.

**Тип решаемой задачи:** исследовательский.

**Метод работы с кейсом:** экспериментальная работа.

**Задание для учащихся:** Используя простую методику, мы увидим, как с помощью эффекта Тиндаля можно обнаружить коллоидные системы в жидкостях.

#### Компетенции

##### Soft:

- работа в команде при выборе подходящих реагентов, гибкость, коммуникабельность, мотивация себя и других;
- целеустремленность при выполнении заданий;
- обсуждение вариативности проведения эксперимента;
- обсуждение полученных результатов в команде.

##### Hard:

##### Знание:

- закономерностей влияния размера частиц на реализацию эффекта Тиндаля;

##### Умение:

- исследовать влияние длины волны на реализацию эффекта Тиндаля;
- исследовать влияние концентрации частиц на реализацию эффекта Тиндаля;

##### Владение:

- навыками численного анализа данных, корреляционного анализа,
- освоение основных законов оптики.

##### Межпредметные связи:

- **физика:** оптика, строение атома;
- **химия:** коллоидная химия.

**Оборудование и материалы:** 2 стеклянных контейнера с крышками, источник направленного света (например, лазерная указка), поваренная соль, раствор ПАВ (например, жидкое моющее средство), 1 куриное яйцо, разбавленный раствор соляной кислоты.

### Ход работы

#### 2. Обучающий компонент

- знакомство с коллоидными растворами;
- работа с растворами, разработка оптических схем для проведения измерений
- численный анализ данных,
- корреляционный анализ,
- освоение основных законов оптики.

#### Проблематика:

- что можно сказать о размерах частиц и их концентрации по эффекту Тиндаля?

#### 2. Исследовательский компонент

- 1) Наливаем воду в стеклянный контейнер, полностью растворяем в нем немного поваренной соли.

- 2) Освещаем сбоку стакан с полученным раствором узким лучом света (луч лазерной указки). Поскольку соль полностью растворилась, никакого заметного эффекта не наблюдается.
- 3) Наливаем воду в стеклянный контейнер, полностью растворяем в нем немного жидкого мыла.
- 4) Освещаем сбоку стакан с полученным раствором узким лучом света (луч лазерной указки). Будет наблюдаться эффект Тиндаля.

#### Эксперимент с биологическим материалом:

- 1) Растворяем куриный белок примерно в 300мл 1% раствора соли.
- 2) Освещаем полученный раствор узким лучом света. Если посмотреть на стакан сбоку, на пути луча видна яркая светящаяся полоса – появление эффекта Тиндаля.
- 3) Затем добавляем в раствор белка разбавленный раствор соляной кислоты. Белок свернется (денатурирует) с образованием белесоватого осадка. В верхней части стакана луч света снова не будет виден.

**Результаты эксперимента:** Если направить луч света сбоку на стеклянный стакан с раствором соли, луч будет невидим в растворе. Если луч света пропустить через стакан с коллоидным раствором (раствор ПАВ), он будет виден, потому что происходит рассеяние света на коллоидных частицах.

#### Влияние длины волны, размера частиц и концентрации на реализацию эффекта Тиндаля

**Длина волны.** Поскольку самую короткую длину из видимого спектра имеют волны цветовой синей гаммы, именно эти волны отражаются от частиц при эффекте Тиндаля, а более длинные красные рассеиваются хуже.

**Размер частиц.** Если увеличивается размер частиц, то они могут влиять на рассеяние света любой длины волны, и «расщепленная» радуга складывается обратно, получая полностью белый свет.

**Концентрация частиц.** Интенсивность рассеянного света прямо пропорциональна концентрации частиц в коллоидном растворе.

#### **Выводы:**

- в истинных растворах эффект Тиндаля не проявляется, в отличие от коллоидных;
- наблюдая эффект Тиндаля, можно обнаруживать наличие коллоидных частиц и тем самым распознать истинные и коллоидные растворы.

#### **Рефлексия**

1. Классификация и сравнительная характеристика дисперсных систем.
2. Методы получения коллоидных систем.
3. Методы очистки коллоидных систем.
4. Строение коллоидных частиц.