

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

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

Протокол от 28.08.2020 г. № 1



**Дополнительная общеразвивающая программа
технической направленности
"Наноквантум» (Линия - 2)**

Возраст обучающихся: 13-16 лет.
Срок реализации: 1 год.

Авторы программы:
Андриянцева 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.....	6
1.7. Особенности организации образовательного процесса	6
1.8. Цель и задачи программы.....	6
II. УЧЕБНЫЙ ПЛАН	9
III. УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН	10
IV. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ	14
V. КАЛЕНДАРНО-ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ	17
VI. ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И СПОСОБЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИХ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ.....	19
6.1. Планируемые результаты освоения программы	19
6.2. Способы и формы проверки результатов освоения программы.....	20
6.3. Форма подведения итогов реализации	20
VII. Методическое обеспечение.....	20
7.1. Особенности организации учебного процесса и учебных занятий	20
7.2. Дидактические материалы.....	21
7.3. Организационно-педагогические условия	21
VIII. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	23
Приложение 1. Модель разноуровневой общеразвивающей программы «Наноквантум» ..	25
Приложение 2. Примерная итоговая контрольная работа.....	28
Приложение 3. Правила выбора темы и примерные темы проектных работ	38
Приложение 4. Примеры кейсов для решения практикумов и лабораторных работ	40

I. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

1.1. Направленность программы

Дополнительная общеразвивающая программа «Наноквантум. Линия 2» имеет научно-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.

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 углубляет школьный курс химии, физики и биологии, расширяет рабочую программу линии 2, 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 2»).

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 1»).

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 2»)

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 2»)

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 13-16 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 – 10-12 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: заключается в формировании у школьников научного мировоззрения, пробуждения интереса к инновационной, аналитической, творческой и интеллектуальной деятельности, закрепление теоретических знаний (полученных при изучении базовых модулей), формирование конкретных прикладных навыков и умений, а также обучение работы в команде. 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;
- формирование культуры общения и поведения в социуме.

Метапредметные:

- уверенная ориентация в различных отраслях современного естествознания;
- 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):

- освоение школьниками терминологии и основных понятий, связанных с наноматериалами и нанотехнологиями;
- осмысление школьниками основных отличительных особенностей материалов, находящихся в наносостоянии;

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;

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.

II. УЧЕБНЫЙ ПЛАН

Наименование разделов	Уро- вень	Общее количество часов	В том числе		
			теоретических	практических	проектных
1. Законы микромира, особенности 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	72	31	41	0
	Б	72	31	35	6
	У	72	31	29	12
3. Лабораторные работы по технологии получения наноматериалов	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	32	16	14	2

	Б	32	16	12	4
	У	32	16	10	6
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
Блок 1	Законы микромира, особенности нанотехнологии (лекционный блок)	72	72	0
Лекция 1	Терминология и основные понятия, связанные с нанотехнологиями	4	4	0
Лекция 2	Основные отличительные особенности материалов, находящихся в наносостоянии	4	4	0
Лекция 3	Основные отличительные особенности материалов, находящихся в наносостоянии	4	4	0
Лекция 4	Классификация наноразмерных объектов и систем на их основе.	4	4	0
Лекция 5	Физикохимия наноразмерных систем. Классификация методов получения	4	4	0
Лекция 6	Методы и оборудование получения нанобъектов испарением-конденсацией.	4	4	0
Лекция 7	Методы и оборудование получения нанобъектов в процессе газофазных реакций и кристаллизации	4	4	0
Лекция 8	Методы и оборудование получения нанобъектов механическим диспергированием	4	4	0
Лекция 9	Методы и оборудование получения нанобъектов механосинтезом.	4	4	0
Лекция 10	Методы и оборудование получения нанобъектов методом твердофазного разложения	4	4	0

Лекция 11	Методы и технологии получения твердых, сверхтвердых и ультратвердых нанопокровтий	4	4	0
Лекция 12	Методы контроля гранулометрического состава нанобъектов и их морфологических особенностей	4	4	0
Лекция 13	Методы очистки наноматериалов и получения высокочистых веществ	4	4	0
Лекция 14	Гидротермальный синтез. Осаждение из растворов. Золь-гель технология.	4	4	0
Лекция 15	Синтез в микрогетерогенных системах.	4	4	0
Лекция 16	Криохимическая технология. Метод испарения и конденсации.	4	4	0
Лекция 17	Электроэрозия. Детонационный синтез. Атомно-молекулярное наслаивание	4	4	0
Лекция 18	Физические основы, инструментальные принципы, аппаратно-программное обеспечение СЗМ	4	4	0
1	2	3	4	5
Блок 2 (практикум)	Практикум по решению задач по нанотехнологиям	28	0	28
Практикум 1	Составление химических формул органических веществ.	2	0	2
Практикум 2	Терминология и основные определения нанотехнологий	2	0	2
Практикум 3	Моделирование молекул органических веществ.	2	0	2
Практикум 4	Свойства наноматериалов	2	0	2
Практикум 5	Термодинамика монослойной пленки	2	0	2
Практикум 6	Расчет энергии, затрачиваемой при диспергировании материалов до заданного размера частиц	2	0	2
Практикум 7	Методы и технологии получения твердых, сверхтвердых и ультратвердых нанопокровтий	2	0	2
Практикум 8	Методы контроля состава нанобъектов	2	0	2
Практикум 9	Определение распределения наночастиц по размерам	2	0	2
Практикум 10	Методы очистки наноматериалов и получения высокочистых веществ	2	0	2
Практикум 11	Методы зонной очистки	2	0	2
Практикум 12	Пластическая деформация. Литография	2	0	2
Практикум 13	Измерение геометрических параметров питов на CD диске	2	0	2
Практикум 14	Простейшие основы теории построения СЗМ изображений.	2	0	2
Самостоятельная работа 2 часа				

Блок 3 (лабораторные работы)	Лабораторные работы по технологии получения наноматериалов	72	36	36
Лабораторная работа № 1	Правила техники безопасности при работе в лаборатории Наноквантума	2	0	2
Лабораторная работа № 2	Классификация химической посуды.	2	0	2
Лабораторная работа № 3	Химический синтез анализ водной дисперсии наночастиц	2	0	2
Лабораторная работа № 4	Термическое разложение. Получение сорбентов термохимической активацией (кейс)	2	0	2
Лабораторная работа № 5	Механическое и ультразвуковое диспергирование.	2	0	2
Лабораторная работа № 6	Особенности диагностики наноразмерных систем в зависимости от метода и технологии получения	2	0	2
Лабораторная работа № 7	Особенности диагностики наноразмерных систем в зависимости от метода и технологии получения	2	0	2
1	2	3	4	5
Лабораторная работа № 8	Визуализация методом СТМ микроструктуры поверхности образца DVD диска	2	0	2
Лабораторная работа № 9	Визуализация методом СТМ наноструктуры поверхности образца DVD диска	2	0	2
Лабораторная работа № 10	Измерение характеристик объектов различной природы. Применение ионометрии для проверки качества очистки вод цеолитами (кейс)	2	0	2
Лабораторная работа № 11	Сканирующая зондовая литография.	2	0	2
Лабораторная работа № 12	Изготовление и диагностика СЗМ-зондов.	2	0	2
Лабораторная работа № 13	Оптические методы исследования и манипуляции нанообъектами	2	0	2
Лабораторная работа № 14	Обработка и анализ СЗМ-данных	2	0	2
Лабораторная работа № 15	Сканирующая туннельная микроскопия	2	0	2
Лабораторная работа № 16	Сканирующая силовая микроскопия. Режимы работ	2	0	2
Лабораторная работа № 17	Изучение микрофлоры воды с помощью СЗМ	2	0	2
Лабораторная работа № 18	Изучение микрофлоры воды с помощью сканирующей зондовой микроскопии	2	0	2
Лабораторная работа № 19	Применение хроматографии для проверки снижения эмиссии поллютантов из АБС сорбентами (кейс)	2	0	2
Лабораторная работа № 20	Структурная природа окраски насекомых	2	0	2

Лабораторная работа № 21	Структурная природа окраски насекомых	2	0	2
Лабораторная работа № 22	Структурная природа окраски насекомых	2	0	2
Лабораторная работа № 23	Эффект Лотоса. Явление сверхгидрофобности и самоочистки в природе	2	0	2
Лабораторная работа № 24	Эффект Лотоса. Явление сверхгидрофобности и самоочистки в природе	2	0	2
Лабораторная работа № 25	Эффект Лотоса. Явление сверхгидрофобности и самоочистки в природе	2	0	2
Лабораторная работа № 26	Элементы плоской оптики (радужная голограмма)	2	0	2
Лабораторная работа № 27	Элементы плоской оптики (радужная голограмма)	2	0	2
Лабораторная работа № 28	Элементы плоской оптики (радужная голограмма)	2	0	2
Лабораторная работа № 29	Добавка к шампуням на основе комплексов наночастиц	2	0	2
Лабораторная работа № 30	Добавка к шампуням на основе комплексов наночастиц	2	0	2
Лабораторная работа № 31	Добавка к шампуням на основе комплексов наночастиц	2	0	2

1	2	3	4	5
Лабораторная работа № 32	Защита бумажных документов	2	0	2
Лабораторная работа № 33	Защита бумажных документов	2	0	2
Лабораторная работа № 34	Получение и изучение свойств грубодисперсных систем. Теория множеств. Операции над множествами.	2	0	2
Лабораторная работа № 35	Получение и изучение свойств грубодисперсных систем. Теория множеств. Операции над множествами.	2	0	2
Лабораторная работа № 36	Изучение коррозии железа в различных средах	2	0	2
Блок 4	Работа в группах над научным проектом.	20	2	18
	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.			
Блок 5	Математика	32	16	16
	Алгебра логики	6	3	3
	Элементарная теория чисел	8	4	4
	Трехмерная геометрия	8	4	4
	Математическая статистика	10	5	5
	Итоговый контроль	4	0	4
	Защита проекта			20
	Итого:	216	110	86

IV. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

№ п\п	Наименование темы	Содержание обучения
Блок 1.	Законы микромира, особенности нанотехнологии (лекционный блок) стартовый уровень	Лекционные занятия проводятся в виде презентаций и видеоуроков с последующей дискуссией на темы блока 1: Терминология и основные понятия, связанные с нанотехнологиями Основные отличительные особенности материалов, находящихся в наносостоянии Основные отличительные особенности материалов, находящихся в наносостоянии Классификация наноразмерных объектов и систем на их основе. Физикохимия наноразмерных систем. Классификация методов получения
	базовый уровень	Методы и оборудование получения нанобъектов испарением-конденсацией. Методы и оборудование получения нанобъектов в процессе газофазных реакций и кристаллизации Методы и оборудование получения нанобъектов механическим диспергированием Методы и оборудование получения нанобъектов механосинтезом. Методы и оборудование получения нанобъектов методом твердофазного разложения Методы и технологии получения твердых, сверхтвердых и ультратвердых нанопокровов Методы контроля гранулометрического состава нанобъектов и их морфологических особенностей Методы очистки наноматериалов и получения высокочистых веществ

	продвинутый уровень	Гидротермальный синтез. Осаждение из растворов. Золь-гель технология. Синтез в микрогетерогенных системах. Криохимическая технология. Метод испарения и конденсации. Электроэрозия. Детонационный синтез. Атомно-молекулярное наслаивание Физические основы, инструментальные принципы, аппаратно-программное обеспечение СЗМ
Блок 2.	Практикум по решению задач по химии, физике и нанотехнологиям стартовый уровень	Решение задач по темам блока 1. Составление химических формул органических веществ. Моделирование молекул Терминология и основные определения нанотехнологий Моделирование молекул органических веществ. Свойства наноматериалов
	базовый уровень	Расчеты по уравнениям химических реакций Решение задач по строению вещества Решение задач по дисперсным системам Решение задач по тепловым явлениям
	продвинутый уровень	Термодинамика монослойной пленки Расчет энергии, затрачиваемой при диспергировании материалов до заданного размера частиц Методы и технологии получения твердых, сверхтвердых и ультратвердых нанопокровов Методы контроля состава нанообъектов Определение распределения наночастиц по размерам Методы очистки наноматериалов и получения высокочистых веществ Методы зонной очистки Пластическая деформация. Литография Измерение геометрических параметров питов на CD диске Простейшие основы теории построения СЗМ изображений.
Блок 3.	Лабораторные работы по элементарным основам нанотехнологий стартовый уровень	Правила техники безопасности при работе в лаборатории Наноквантума Классификация химической посуды. Химический синтез анализ водной дисперсии наночастиц Термическое разложение.
	базовый уровень	Механическое и ультразвуковое диспергирование. Особенности диагностики наноразмерных систем в зависимости от метода и технологии получения Визуализация методом СТМ микроструктуры поверхности образца DVD диска Измерение характеристик объектов различной природы. Сканирующая зондовая литография. Изготовление и диагностика СЗМ-зондов. Оптические методы исследования и манипуляции нанообъектами Обработка и анализ СЗМ-данных Сканирующая туннельная микроскопия Сканирующая силовая микроскопия. Режимы работ

	продвинутый уровень	Изучение микрофлоры воды с помощью СЗМ Изучение микрофлоры воды с помощью сканирующей зондовой микроскопии Структурная природа окраски насекомых Эффект Лотоса. Явление сверхгидрофобности и самоочистки в природе Элементы плоской оптики (радужная голограмма) Добавка к шампуням на основе комплексов наночастиц
	для всех уровней	Лабораторные работы по элементарным основам нанотехнологий Правила техники безопасности при работе в лаборатории Наноквантума
Блок 4.	Работа в группах над научным проектом стартовый уровень	Практическая реализация приобретенных знаний и навыков.
	базовый уровень	Теория вероятностей. Комбинаторика. Событие. Понятие вероятности. Практическое применение
	продвинутый уровень	Основы написания научной работы (проекта). Виды научных работ. Правила подготовки и защита работ, научная дискуссия
Блок 5.	Математика	Алгебра логики. Высказывание простое и сложное, логические функции, построение таблиц истинности, законы алгебры логики, преобразование логических выражений, формализация высказывания, решение логических задач. Элементарная теория чисел. Понятие делимости, свойства делимости; теория сравнений; остатки, арифметика остатков, наименьшее общее кратное, наибольший общий делитель, алгоритм Евклида; линейное диофантово уравнение с двумя неизвестными, примеры решения линейных и нелинейных уравнений; решение задач. Трехмерная геометрия. Виды геометрических фигур и их развертки, трехмерная система координат, объем и площадь поверхности, построение трехмерного графика, решение задач. Математическая статистика. Понятие вариационного ряда, <i>статистической совокупности</i> , выборочный метод; дискретный вариационный ряд, построение <i>полигона частот</i> и <i>эмпирической функции распределения</i> ; построения интервального вариационного ряда; понятия генеральной и выборочной средней, моды, медианы, вычисление моды, медианы и средней интервального ряда; понятия показателей вариации: размах вариации; среднее линейное (абсолютное) отклонение, генеральная и выборочная дисперсия; решение задач

V. КАЛЕНДАРНО-ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

№ п/п	Название тем (разделов)				Минимум содержания программы	Кол-во часов	Планируемая дата проведения в 2020-2021 гг.
	Лекц. (час.)	Практ. (час.)	Лаб. (час.)				
2	4		2	07.09-13.09	Физические явления в окружающем мире	6	07.09-13.09
3	4		2	14.09-20.09	Правила техники безопасности при работе в лаборатории	6	14.09-20.09
4	4		2	21.09-27.09	Химические явления в окружающем мире	6	21.09-27.09
5	4		2	28.09.-04.10	Структура периодической таблицы химических элементов Д.И.Менделеева	6	28.09.-04.10
6	4		2	05.10-11.10	Строение вещества.	6	05.10-11.10
7	4		2	12.10-18.10	Свойства твердых тел, жидкостей и газов.	6	12.10-18.10
8	4		2	19.10-25.10	Типы связей. Графы. Наглядное описание. Основные типы. Графы. Области применения.	6	19.10-25.10
9	4		2	26.10-01.11	Кристаллические решетки. Графы. Практическое применение.	6	26.10-01.11
10	4		2	02.11-08.11	Дисперсные системы	6	02.11-08.11
11	2	2	2	09.11-15.11	Классификация химической посуды	6	09.11-15.11
12	2	2	2	16.11-22.11	Приготовление раствора с заданной массовой долей растворенного вещества	6	16.11-22.11
13	2	2	2	23.11-29.11	Магнитные явления	6	23.11-29.11
14	2	2	2	30.11-06.12	Электромагнитные колебания и волны	6	30.11-06.12
15	2	2	2	07.12-13.12	Оптические явления	6	07.12-13.12
16	2	2	2	14.12-20.12	Краткая история развития нанотехнологий	6	14.12-20.12
17	2	2	2	21.12-27.12	Фотолитография	6	21.12-27.12
18	2	2		28.12.-31.12	Основные инструменты нанотехнологий	6	28.12.-31.12
19	2	2	2	11.01-17.01.2021	Необычные формы углерода. Простая геометрия. Фигуры на плоскости. Основные формулы.	6	11.01-17.01.2021
20	2	2	2	18.01-24.01.2021	Необычные формы кремния. Простая	6	18.01-24.01.2021

					геометрия. Области применения.		
21	2	2	2	25.01-31.01.2021	Необычные формы кальция. Простая геометрия. Практическое применение.	6	25.01-31.01.2021
22	2	2	2	01.02-07.02.2021	Правила взвешивания. Работа с лабораторными весами	6	01.02-07.02.2021
23	2	2	2	08.02-14.02.2021	Механические явления в окружающем мире	6	08.02-14.02.2021
24	2	2	2	15.02-21.02.2021	Тепловые явления	6	15.02-21.02.2021
25	2		2	22.02-28.02.2021	Электрические явления	6	22.02-28.02.2021
26	2		2	01.03-07.03.2021	Явление адсорбции	6	01.03-07.03.2021
27	2		2	08.03-14.03.2021	Виды сорбентов	6	08.03-14.03.2021
28	2		2	15.03-21.03.2021	Композиционные материалы. Теория множеств. Операции над множествами. Практическое применение.	6	15.03-21.03.2021
29			2	22.03-28.03.2021	Теория вероятностей. Комбинаторика. Событие. Понятие вероятности. Практическое применение. Проектная и научно-исследовательская деятельность	6	22.03-28.03.2021
30			2	29.03-04.04.2021		6	29.03-04.04.2021
31			2	05.04-11.04.2021		6	05.04-11.04.2021
32			2	12.04-18.04.2021		6	12.04-18.04.2021
33			2	19.04-25.04.2021		6	19.04-25.04.2021
34			2	26.04-02.05.2021		6	26.04-02.05.2021
35			2	03.05-09.05.2021		6	03.05-09.05.2021
36			2	10.05-16.05.2021		6	10.05-16.05.2021
37			2	17.05-23.05.2021		6	17.05-23.05.2021
			2	Планируемая дата проведения в 2020-2021 гг.	Защита проекта, подведение итогов		24.05-30.05.2021

VI. ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И СПОСОБЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИХ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ

6.1. Планируемые результаты освоения программы

Учащиеся должны:

знать/понимать

- предмет нанотехнологии;
- основные виды нанобъектов 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

уметь:

- прогнозировать устойчивость и физико-химические свойства нанобъектов и наноматериалов;
- ориентироваться в современной литературе и вести дискуссию по нанотехнологии;
- самостоятельно ставить задачи по созданию или практическому применению нанобъектов и наноматериалов для решения конкретных задач нанотехнологии;
- ориентироваться в методах получения и исследования наноструктур: сканирующей туннельной микроскопии и спектроскопии;

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.

7.2. 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.

7.3. 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 игропрактических мероприятий.

7.4. Материально-техническое обеспечение

№ п/п	Наименование	Назначение/краткое описание функционала оборудования
1	Учебное (обязательное) оборудование	
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 и 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
2	Компьютерное оборудование	
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
3	Презентационное оборудование	
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
4	Расходные материалы и запасные части	
5	Мебель	
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
2. Богатство Наномира. Фоторепортаж из глубин вещества, Гудилин Е.А. и др., под ред. Ю.Д.Третьякова. - М.БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010.
3. Нанохимия, Сергеев Г.Б. - М.:Изд-во МГУ, 2007
4. Мир материалов и технологий. Нанотехнологии Ч.Пул - мл., Ф Оуэнс, Москва:Техносфера, 2006
5. Дорога длиною в век: Из истории открытия и исследования жидких кристаллов/Сонин А С. - М.: Наука, 1988
6. Журнал «Квант» 1970 - 2007
7. Рабочая грань алмаза, Г.Мишкеевич. ЛЕНИЗДАТ, 1982
- 11 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.
9. Учебно-методический комплекс под ред. О.Ф. Кабардина – «Архимед». Издательство «Просвещение»
10. Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007, - 416 с.
11. Суздаев И.П. Нанотехнология: физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов М.: КомКнига, 2006 – 592 с.
12. Дубровский В.Г. Теоретические особенности технологии полупроводниковых наноструктур, Санкт-Петербург 2006 - 347 с.
13. Новые материалы. Колл. авторов под редакцией Ю.С. Карабасова. – МИСИС . – 2002 – 736 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.
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.
3. Словарь нанотехнологических и связанных с нанотехнологиями терминов, под ред. С В. Калюжного, Москва, ФИЗМАТЛИТ, 2010.
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.
6. Дорога длиною в век: Из истории открытия и исследования жидких кристаллов/Сонин А С. - М.: Наука, 1988
7. Удивительные наноструктуры, К. Деффейс, С. Деффейс; под ред. Л.Н.Патрикеева - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011

8. Мир физики и техники. В.Л.Миронов. Основы сканирующей зондовой микроскопии Москва: Техно, 2009
9. Химия элементов: в 2 томах./ Н.Гринвуд, А.Эрншо; .-М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010
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.
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/
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/
5. Федеральный Интернет – портал www.portalnano.ru
6. Единый федеральный Интернет-ресурс nano-info.ru/post/853
7. Федеральный отраслевой Интернет-портал www.NanoNewsNet.ru/blog/nikst...nanotekhnologii...
8. Нанотехнологическое общество <http://www.ntsр.info/internet/>
9. РосНаноНет www.RusNanoNet.ru/news/15023/
10. Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии www.gost.ru
11. Техническая литература <http://www.tehlit.ru/>

Таблица 1. Модель разноуровневой общеразвивающей программы «Наноквантум»

УРОВНИ	КРИТЕРИИ	ФОРМЫ И МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ	ФОРМЫ И МЕТОДЫ РАБОТЫ	РЕЗУЛЬТАТЫ
НАЧАЛЬНЫЙ	ПРЕДМЕТНЫЕ: 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	Наблюдение, опрос, практическая работа, анализ практических работ, организация самостоятельного выбора, индивидуальная беседа	Наглядно-практический, словесный, уровневая дифференциация	ПРЕДМЕТНЫЕ: 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
	МЕТАПРЕДМЕТНЫЕ: Умение оценивать правильность, самостоятельно контролировать выполнение технологической последовательности; Организованность, общительность, самостоятельность	Тестирование, наблюдение, собеседование, анкетирование, педагогический анализ	Технология оценивания, проблемно-диалогическая технология	МЕТАПРЕДМЕТНЫЕ: Формирование самостоятельного успешного усвоения учащимися новых знаний, познавательных, коммуникативных действий
	ЛИЧНОСТНЫЕ: формирование нравственных качеств личности; развитие навыков сотрудничества; формирование устойчивого познавательного интереса			ЛИЧНОСТНЫЕ: Знание основных моральных норм, способность к оценке своих поступков и действий других учащихся с точки зрения соблюдения/нарушения моральных норм поведения

БАЗОВЫЙ	<p>ПРЕДМЕТНЫЕ: 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>ПРЕДМЕТНЫЕ: 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>МЕТАПРЕДМЕТНЫЕ: 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>МЕТАПРЕДМЕТНЫЕ: 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>ЛИЧНОСТНЫЕ: 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>ЛИЧНОСТНЫЕ: развитие доверия и способности к пониманию и сопереживанию чувствам других людей;</p>

ПРОДВИНУТЫЙ	<p>ПРЕДМЕТНЫЕ: 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>Целенаправленное наблюдение, опрос, практическая работа, анализ практических работ, организация самостоятельного выбора, индивидуальная беседа</p>	<p>Наглядно-практический, словесный, уровневая дифференциация</p>	<p>ПРЕДМЕТНЫЕ: 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>МЕТАПРЕДМЕТНЫЕ: 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; Проектный; Частично-поисковый. Метод генерирования идей (мозговой штурм).</p>	<p>МЕТАПРЕДМЕТНЫЕ: 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>
	<p>ЛИЧНОСТНЫЕ: 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>ЛИЧНОСТНЫЕ: умение генерировать идеи указанными методами; умение аргументированно отстаивать свою точку зрения; умение комбинировать, видоизменять и улучшать идеи; навыки командной работы; умение грамотно письменно формулировать свои мысли; критическое мышление и умение объективно оценивать результаты своей работы; основы ораторского мастерства.</p>

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

Показатели (оцениваемые параметры)	Критерии	Степень выраженности оцениваемого качества	Возможное число баллов	Методы диагностики
1. Теоретическая подготовка ребёнка				
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	
2. Практическая подготовка ребёнка				
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	
3. Общеучебные умения и навыки ребёнка				
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 использовании 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		Минимальный уровень умений –	1	Анализ

осуществлять учебно-исследовательскую работу (писать рефераты, проводить самостоятельные учебные исследования)		ребёнок испытывает серьёзные затруднения при проведении исследовательской работы, нуждается в постоянной помощи и контроле педагога		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 правил	Соответствие реальных навыков соблюдения правил	Минимальный уровень умений. По аналогии с п.3.1.1.	1	Наблюдение
		Средний уровень. По аналогии с п.3.1.1.	5	
		Максимальный уровень.	10	

безопасности	безопасности программным требованиям	По аналогии с п.3.1.1.		
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 2»
(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
	1. Теоретическая подготовка ребёнка	
1.1 Теоретические знания		
1.2. Владение специальной терминологией		
2. Практическая подготовка ребёнка		
2.1. Практические умения и навыки, предусмотренные программой:		
2.2. Владение специальным оборудованием и оснащением		
2.3. Творческие навыки		
3. Общеучебные умения и навыки ребёнка		
<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		
4. Предметные достижения учащегося:		
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		
Итого		

Таблица 4. Характеристика деятельности по освоению предметного содержания дополнительной общеразвивающей программы «Наноквантум. Линия 2»

Название уровня	НАЧАЛЬНЫЙ	БАЗОВЫЙ	ПРОДВИНУТЫЙ
Способ выполнения деятельности	Репродуктивный	Продуктивный	Творческий
Метод исполнения деятельности	С подсказкой, по образцу, по опорной схеме.	По памяти, по аналогии	Исследовательский
Основные предметные умения и компетенции обучающегося	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	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	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
Деятельность учащегося	Актуализация знаний. Произвольное и произвольное запоминание (в зависимости от характера задания). Усвоение правил техники безопасности; Знание основ проектной деятельности, Развитие познавательного интереса	Восприятие знаний и осознание проблемы. Внимание к последовательности и контролю над степенью реализации задуманного. Мысленное прогнозирование очередных шагов изготовления изделия.	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. Преобладание произвольного запоминания материала, связанного с

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

	оборудования.		
--	---------------	--	--

Примерная итоговая контрольная работа

1. Какой из данных методов НЕ является двухпроходным методом АСМ?

- Магнитно-силовая микроскопия
- Контактная атомно-силовая микроскопия
- Электросиловая микроскопия
- Метод Кельвина

2. Как зависит сила туннельного тока в СТМ от расстояния между зондом и образцом в простейшей модели?

- Линейно
- Квадратично
- Экспоненциально
- Не зависит

3. Как называется задача, описывающая контакт кантилевера АСМ и образца с точки зрения теории упругости?

- Проблема Биннига
- Задача Герца
- Задача Гамакера
- Эта задача не имеет именного названия

4. Что обычно происходит с температурой стеклования в тонких полимерных пленках?

В тонкой полимерной пленке температура стеклования понижается по сравнению с макроскопическим образцом

В тонкой полимерной пленке температура стеклования не меняется по сравнению с макроскопическим образцом

В тонкой полимерной пленке температура стеклования повышается по сравнению с макроскопическим образцом

Температура стеклования имеет максимум при толщине пленки, равной контурной длине цепи полимера

5. У какого типа излучения длина волны меньше 1 ангстрема?

- Ультрафиолетового
- Рентгеновского
- Радиоизлучения
- Гамма-излучения

6. Что обычно означает аббревиатура CBS применительно к сенсорным системам?

Сенсоры, основанные на измерении тока (Current-based sensors)

Сенсоры, основанные на кантилеверах (Cantilever-based sensors)

Сенсоры, использующие ферменты в качестве биоматериала, то же что CABS (Catalytic activity based sensors)

Химически связанные распознающие системы, то же что CBDS (Chemically bound detection systems)

7. Что такое 1 Дальтон (1Da)?

Единица длины, равная 0,1 ангстрема

Единица массы, равная 1/12 массы атома углерода C12

Единица для измерения интенсивности синхротронного излучения

Единица силы, равная 1,57 пН, введенная для измерения взаимодействий между молекулами

8. Какой из приборов НЕ применяется для изучения молекулярных наночастиц?

Газовая хроматография

Метод ЯМР

Атомно-силовой микроскоп

Ванна Лэнгмюра

9. Сколько циклов в сверхразветвленном полимере?

Их может быть произвольное число

Их не может быть

Всегда ровно 1 цикл

Может быть 1 цикл

10. Что НЕ является отличием дендримеров от сверхразветвленных полимеров?

Регулярность строения

Монодисперсность

Невозможность изменять вязкость при изменении качества растворителя

Наличие в структуре звеньев, у которых прореагировали все функциональные группы.

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

1. Природные и искусственные формы углерода.
2. Изучение структурных свойств фуллерена.
3. Изучение структуры углеродных нанотрубок и нановолокон
4. Виды, свойства и применение нанокмозитов
5. Изотермы адсорбции. Теория Поляни. Пересчет изотерм адсорбции органического соединения из экспериментальной изотермы стандартного вещества
6. Расчет кривых распределения пор наноматериалов по эффективным диаметрам
7. Характеристика изменения пористой структуры углерода при химической обработке по данным AFM – анализа
8. Полиэтилены высокого и низкого давления
9. Применение адсорбционных явлений в экологии
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 «Термическая обработка растительного сырья для получения сорбционных наноматериалов»

Тема	Термическая обработка растительного сырья для получения сорбционных наноматериалов
Вид	Исследовательский
Количество часов	4
Описание	<p>Адсорбция – это поглощение сорбата поверхностью сорбента. Вещество, молекулы которого концентрируются у поверхности раздела фаз, называют адсорбатом, а вещество, на поверхности которого происходит процесс адсорбции – адсорбентом. Явление адсорбции возникает из-за избытка поверхностной энергии. Процесс, обратный адсорбции называется десорбция, то есть перенос вещества с поверхности раздела фаз в объем фазы. При равенстве скорости адсорбции и десорбции говорят об установлении адсорбционного равновесия [1].</p> <p>В современных сорбционных технологиях используют сорбенты как природного так и синтетического происхождения. В свою очередь сорбенты природного происхождения делят на неорганические (например цеолиты), органические (активные угли). Углеродные сорбенты имеют более широкий спектр действия из-за развитой удельной поверхности, пористости, благодаря этому сорбенты широко применяются для очистки воздуха и газов, для обесцвечивания жидкостей, фильтрации воды, водных сред.</p> <p>Известны способы получения углеродных сорбентов и растительного сырья. Вследствие того, что грецкий орех широко используется в производстве кондитерских изделий и фармации для производства орехового масла, появился новый источник растительного сырья – скорлупа ореха, ранее которая считалась отходами. Переработка скорлупы грецкого ореха решает задачи рационального использования всех частей ореха. Сорбенты из скорлупы грецких орехов, полученные с помощью операций импрегнирования и обработки скорлупы концентрированной соляной кислотой, затем 33% раствором щелочи, измельчение полученной массы и сушка при 100 °С, имеют такие недостатки, как использование агрессивных и токсичных веществ (кислота, щёлочь); сорбенты содержат загрязнитель хлористый калий, который образуется при нейтрализации кислоты щелочью.</p>
Проблематика	Сорбенты (углеродные пористые материалы) человечество использует на протяжении нескольких столетий. До начала XX века углеродные сорбенты применяли в основном в пищевой промышленности и в виноделии для очистки жидкостей. В ходе

	<p>первой мировой войны возникла необходимость обезвреживания боевых отравляющих веществ, которая привела к разработке российским ученым Н.Д. Зелинским противогаса с активным углем из скорлупы кокосового ореха в качестве сорбента, который до настоящего времени является наилучшим способом защиты от летучих ядовитых веществ.</p> <p>Основным сырьем для производства углеродных сорбентов является уголь, но сырьевая база более масштабна. Так, известны и другие виды растительных материалов для производства сорбентов с высокой активностью механической прочностью: скорлупа кокосовых и других орехов, шелуха гречихи, кукурузные початки, отходы деревообработки, а также плодовые косточки получают активные угли [1].</p> <p>На основе вышеизложенного в данной работе предлагается использовать в качестве сырья для получения дешевых углеродных сорбентов сырье растительного происхождения (скорлупа орехов и косточки сливы). Полученные сорбенты в дальнейшем могут использоваться для улучшения качества окружающей среды.</p> <p>Признаки химических реакций: выделение газа; образование или растворение осадка; изменение цвета; изменение запаха; излучение света; выделение или поглощение тепла.</p>
Цель и задачи	<p>Цель работы: получить сорбенты из растительного сырья (скорлупа орехов и косточки слив).</p> <p>Гипотеза: ореховая скорлупа и фруктовые косточки могут служить исходным сырьем для получения углеродных сорбентов.</p> <p>Объект исследования: остатки от растительного сырья (скорлупа орехов и косточки сливы) Липецкой области.</p> <p>Предмет исследования: технология термохимической обработки растительного сырья с целью получения углеродных сорбентов.</p> <p>Для доказательства выдвинутой гипотезы необходимо было решить следующие задачи:</p> <ul style="list-style-type: none"> - изучить явление адсорбции; - собрать информацию из литературных источников о получении, свойствах и применении углеродных сорбентов в промышленности; - изучить методы получения сорбентов из растительного сырья; - подобрать реагенты для активации; - сделать выводы о приемлемых методах получения сорбентов из различных видов растительного сырья.
Предполагаемые результаты учащихся	<p>Soft skills:</p> <ul style="list-style-type: none"> - работа в команде при выполнении исследовательского компонента, гибкость, коммуникабельность, мотивация себя и других;

	<ul style="list-style-type: none"> - целеустремленность при решении поставленных задач; - подготовка презентации по итогам работы; - ведение дискуссии при обсуждении полученных результатов; - обучение других <p>Hard skills: формирование навыков по умению:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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.
Ресурсы и материалы	<p>Основной принцип активирования заключается в том, что углеродный материал подвергается обработке в определенных условиях, в результате увеличивается площадь поверхности пор, образуются трещины и поры.</p> <p>В зависимости от химического реагента различают кислотную, щелочную, солевую и комбинированную активацию, а именно фосфорирование, сульфирование и окисление, карбоксилирование (обработка смесью азотной и серной кислот); делигнификация (обработка щелочами); лигнификация (обработка разбавленными кислотами), карбонизация (термообработка биомассы). В ходе такого модифицирования полученные материалы легко вступают в реакции замещения и присоединения, поэтому могут выполнять функции ионообменников или селективных сорбентов. Для получения углеродных сорбентов более высокого качества после химической обработки реагентами сырье подвергают термообработке – карбонизации.</p>

4.1.2 Описание выполнения кейса «Технология производства сорбентов»

Тема: Термохимическая обработка для получения сорбентов

Цель: Получить сорбенты из растительного сырья (скорлупа орехов и косточки слив)

Тип решаемой задачи: исследовательский.

Метод работы с кейсом: экспериментальная работа.

Задание для учащихся: Получить сорбенты из растительного сырья (скорлупа орехов и косточки слив)

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 химии для воспроизводства технологии термохимической обработки растительного сырья с целью получения углеродных сорбентов.

Владение:

- знания о химических элементах и типах связи;
- работа в лаборатории.

Межпредметные связи:

- **физика:** физические свойства веществ, строение атома;
- **химия:** механизмы химических реакций.
- **математика:** составление материальных и тепловых балансов.

Оборудование и материалы: Для исследования возможности термохимической активации растительного сырья с целью получения сорбентов применяли скорлупу грецкого ореха и косточки сливы, а в качестве активаторов – концентрированные растворы гидроксида калия и соляной кислоты

Ход работы

Высушенное и измельченное сырье обрабатывали различными активаторами. Для этого рассеянные фракции делили на 2 части.

При обработке соляной кислотой растительное сырьё (косточки сливы и грецкий орех) помещали в специально подготовленную стеклянную посуду (каждый образец отдельно) и заливали концентрированной соляной кислотой. Чтобы смочить всё сырьё, в полученную смесь доливали воду, закрывали смесь и выдерживали 7 суток.

После выдержки проводили карбонизацию (повышение содержания углерода в органическом веществе, происходящее под действием тепла, света, ионизирующих излучений, ферментов, микроорганизмов). Для этого полученную пасту помещали в огнеупорную посуду и ставили в муфельную печь при температуре 750°C на 3 часа.

Затем образцы охлаждали в эксикаторе, отмывали водой от избытка кислоты до pH=7, фильтровали и сушили при температуре 105 °C в течение 3 часов. Высушенный сорбент взвешивали и определяли выход.

Для удобства дальнейшей работы были введены обозначения: С-НСl-Т (термическая активация скорлупы грецкого ореха соляной кислотой); К-НСl-Т (термическая активация косточек сливы соляной кислотой).

При обработке гидроксидом калия растительное сырьё (косточки сливы и скорлупа грецкого ореха) помещали в специально подготовленную пластиковую посуду (каждый образец отдельно) и заливали гидроксидом калия. Чтобы смочить всё сырьё в полученную смесь доливали воду, накрывали смесь крышкой и выдерживали 72 часа в эксикаторе. После выдержки проводили карбонизацию. Для этого полученную пасту помещали в огнеупорную посуду и ставили в муфельную печь при температуре 750°C на 3

часа. Затем образцы охлаждали в эксикаторе, отмывали водой от избытка калия и щелочи до pH=7, фильтровали и сушили при температуре 105 °С в течение 3 часов. Высушенный сорбент взвешивали и определяли выход.

Проблематика:

Получение сорбентов из растительного сырья (скорлупа грецкого ореха, косточки сливы) активированием концентрированной соляной кислотой с дальнейшей термообработкой активированной смеси имеет достаточно высокие выходы продуктов, в отличие от обработки щелочью. Очевидно, это связано с щелочным гидролизом органических веществ, входящих в состав растительного сырья, до мономеров и их сгорании при термической обработке. На этом первый этап работы был завершен. В дальнейшем планируется изучить структуру полученных материалов с помощью микроскопа, определять их физическо-химические и сорбционные характеристики.

2. Исследовательский компонент

Расчет выхода растительного сырья, из сорбентов проводили по формуле:

$$\text{КПД} = \frac{m \text{ растительного сырья}}{m \text{ сорбента}} * 100\% ,$$

где m растительного сырья - средняя масса растительного сырья

Основные технологические параметры получения сорбентов из растительного сырья активацией соляной кислотой с дальнейшей термообработкой и их выход предлагается занести в таблицу 1.

Таблица 1.– основные технологические параметры активации растительного сырья

№	Обозначение	Соотношение сырьё (г)/активатор (мл)	Выход, %
1	С-НСI-Т		
2	К-НСI-Т		
3	С-КОН-Т		
4	К-КОН-Т		

Результаты эксперимента: Получен опыт работы в лаборатории наноквантума получили материалы из остатков растительности (скорлупы грецкого ореха и косточек сливы) термохимической активацией.

1. **Выводы:** Оправдана гипотеза: ореховая скорлупа и фруктовые косточки могут служить исходным сырьем для получения углеродных сорбентов. Рассчитан выход полученных материалов.

Рефлексия

Освоение работы в научно-исследовательской лаборатории.

Доступность растительных материалов, их дешевизна, простая технология получения, экологическая безопасность процессов переработки использованных сорбентов, а также высокие адсорбционные, свойства сорбентов стимулируют исследования, направленные на получение новых адсорбционно-активных материалов из растительного сырья.

4.2.1 Карточка кейса «Технология очистки воды»

Тема	Технология очистки воды
Вид модуля	Исследовательский
Количество часов	4
Описание модуля	<p>В настоящее время проблема загрязнения природных вод является актуальной, особенно в городах с развитой промышленностью, как город Липецк. Существует множество способов очистки природных вод физическими, химическими, физико-химическими, биологическими методами. Очистка воды – комплексная задача, поэтому для достижения наилучших результатов надо подбирать несколько способов улучшения качества. Некоторые способы догори в аппаратурном оформлении. Некоторые не справляются с масштабами очистки. Способ, наиболее недорогой и эффективный – сорбционный. Учитывая, что на территории Липецкой области имеются месторождения природных цеолитов, одним из способов использования которых является получение из них молекулярных сит, в качестве научной работы выбрано исследование сорбционной очистки природной воды с помощью цеолитов.</p>
Проблематика модуля	<p>По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) 80% заболеваний на планете — от плохой воды. В связи с этим в мире широкое внимание уделяется очистке воды для последующего ее применения в быту. В качестве водоочистных фильтров цеолиты длительное время применяются во многих странах.</p> <p>Соединение кислорода и кремния с металлами или иначе диоксид кремния с оксидом металлов называются силикатами. Силикатов вокруг нас огромное множество, среди них особенным классом выделяются цеолиты. Цеолиты- природные и искусственные алюмосиликаты, содержащие в своём составе щелочные или щелочноземельные металлы, чаще всего натрия, кальция и калия. Около 70% массы цеолитов приходится на диоксид кремния. В обычном состоянии они поглощают огромное количество воды. Уникальность кристаллической структуры силикатов состоит в склонности одного атома кислорода образовывать связь с двумя кремния, соединяя через общую вершину два кремнекислородных тетраэдра, но аналогичным образом устроены соли кислородных кислот: сульфиты, карбонаты и многие другие, только вместо тетраэдра у них другие фигуры, например, октаэдра. Кислород выступает мостиком, позволяя создавать протяженные геометрические структуры, напоминающие многомерные кружева. Цеолит - природный пористый минерал, который, подобно губке, впитывает и прочно</p>

удерживает самые различные загрязнения. В их числе – тяжелые металлы, радионуклиды, нитраты, нитриты, хлориды, аммиак, фосфаты, хлориды, цианиды и еще целый спектр химических и биологических загрязнений, наличие которых отличает чистую питьевую воду от промышленных стоков и загрязненной воды.

Сегодня достоверно установлено, что основообразующими элементами земной коры являются кислород, кремний и алюминий. Выше всего массовая доля у кислорода 47%, у кремния она составляет 28%, а у алюминия 8%. Примерно 14% в сумме дают такие металлы как железо, медь, кальций, натрий, калий, магний. Таким образом, основу земной коры составляют всего два элемента: кремний и кислород, что отнюдь не означает отсутствия многообразия. Возьмём обыкновенный гранитный булыжник и расколем его. На сколе мы увидим огромное количество разноцветных частичек различных минералов. И такое разнообразие в одном куске породы!

Существование огромного количества различных минералов связано с особенностями строения силикатов-соединений кислорода и кремния с металлами (или иначе диоксида кремния с оксидами металлов). Силикатов вокруг нас огромное множество, среди них особым классом выделяются цеолиты.

Цеолиты-природные и искусственные алюмосиликаты, содержащие в своём составе щелочные или щелочноземельные металлы, чаще всего натрия, кальция или калия.

Большая часть их массы (около 70%) приходится на диоксид кремния. В обычном состоянии они поглощают как губки огромное количество воды, поэтому при нагревании выделяется большое количество пара. В 1758 году при нагревании минерала стильбита на это свойство обратил внимание шведский минералог и химик Б.А.Ф.Кронштедт. Он и предложил назвать его цеолитом, что в переводе с греческого – «кипящий камень». Сейчас известно около 40 природных и уже синтезировано более 500 новых видов (не имеющих природных аналогов), которые активно изучают и геологи, и физики, и химики, и нанотехнологи.

Цеолиты могут заметно отличаться друг от друга внешним видом, но все они имеют похожее ажурное строение кристаллической решётки с большим количеством полостей и каналов. Совокупность этих пор создаёт потрясающе разветвлённую упорядоченную систему, полная площадь внутренней поверхности которых достигает 100 м² на 1 грамм вещества. Эти поры имеют очень малые размеры (от 0,26 нм до 1,2 нм у разных видов). Сравнимые с диаметром атомов. По этой причине цеолиты не выглядят пористыми материалами, как, например, вулканическая пемза. В небольшие полости цеолитов могут проникать маленькие по размерам молекулы: водород, азот,

	кислород, метан, этан, метанол, в другие и более крупные, например, пентан, гексан, октан. Поскольку цеолиты пропускают внутрь только определенные молекулы их стали называть неорганическими молекулярными ситами.
Цель и задачи модуля	<p>Цель работы: знакомство со строением силикатов, изучение сорбции и десорбции на цеолитах.</p> <p>Гипотеза: возможность применения цеолитов для очистки воды от тяжелых металлов</p> <p>Объект исследования: цеолиты видов: NaX, CaA, KA.</p> <p><i>Предмет исследования:</i> извлечение сорбции и десорбции на цеолитах и перспективности их применений в различных областях. Для доказательства выдвинутой гипотезы необходимо было решить следующие задачи:</p> <ul style="list-style-type: none"> - изучить литературу, касающуюся свойств цеолитов, методов применения в промышленности; - провести и изучить сорбцию и десорбцию воды на цеолитах и тепловой эффект; - изучить ионный обмен в цеолитах и провести очистку воды от тяжелых металлов.
Предполагаемые результаты учащихся	<p>Soft skills:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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 <p>Hard skills:</p> <p>формирование навыков по умению:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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.
Ресурсы и материалы	Для исследования возможности очищения воды использовались 4 вида технических цеолитов (NaA; CaA; KA; NaX) , водозабор проводился из реки Воронеж в области пляжа.

4.2.2 Описание выполнения кейса «Технология очистки воды»

Тема: Исследование сорбционной очистки воды с помощью цеолитов.

Цель: Исследование сорбционной очистки воды с помощью цеолитов.

Тип решаемой задачи: исследовательский.

Метод работы с кейсом: экспериментальная работа.

Задание для учащихся: Применение ионометрических методов анализа для исследования сорбционной очистки воды с помощью цеолитов.

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 «ионометрия», «цеолиты», «сорбция».

Умение:

- составлять уравнение химической реакции;
- применять знания химии для воспроизводства технологии очистки воды с помощью цеолитов.

Владение:

- применить методику сорбционной очистки для природной воды;
- определить эффективность очистки природной воды с помощью цеолитов ионометрическими методами;

Межпредметные связи:

- **физика:** физические свойства веществ, строение атома;
- **химия:** механизмы химических реакций.
- **математика:** составление материальных и тепловых балансов.

Оборудование и материалы: Для исследования процесса ионного обмена в цеолитах при очистке воды от тяжелых металлов потребовались следующие оборудование, материалы, реактивы: весы лабораторные, дистиллированная вода, магнитная мешалка с регулируемой температурой нагрева, стакан химический 300/500 мл -2 шт., стакан химический 100/150 мл – 10 шт, мерный цилиндр или мензурка 25/50 мл, пипетка Пастера, цеолиты разных видов: NaX, CaA, KA, сульфат меди $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, аммиак водный.

Ход работы

Очистка природной воды цеолитами проводилась по схеме:

Разлить воду по стаканам, объёмом 50мл, 2. Просушить цеолиты, 3. Взвесить и подписать цеолиты, 4. Засыпать цеолиты по стаканам с водой, 5. Оставить на сутки.

С помощью прибора «Эксперт 001» провести ионометрическое исследование с использованием электродов, обратимых к тому или другому иону.

Проблематика:

Универсальность ионометрического метода заключается в возможности использования большого числа электродов, обратимых к тому или другому иону, единообразии подхода к измерениям и унификации аппаратуры. В таблице представлены результаты количественного химического анализа (КХА) вод по некоторым ионам.

2. Исследовательский компонент

Результаты ионометрического анализа для оценка качества очистки воды цеолитами предлагается занести в таблицу .

Таблица - результаты КХА вод по некоторым ионам

№ образца воды с сорбентом	pH	K	Cl
Речная вода			
Дистиллированная вода			

Результаты эксперимента: Выявлено, что сорбционная очистка природной воды р. Воронеж г. Липецка цеолитами снижает концентрацию в ней нитратов, хлоридов и цианидов, а также обогащает воду ионами калия и регулирует кислотность.

Выводы: По результатам качественных реакций определено, что цеолиты могут применяться для очистки воды от тяжелых металлов .

Доказана возможность применения технологии очистки воды р. Воронеж г. Липецка с помощью цеолитов.

В ходе исследований были определены сорбционные свойства цеолитов .

Рефлексия

Освоение работы в научно-исследовательской лаборатории.

Был произведен расчет количества веществ в воде до отчистки и после. Выявлено, что сорбционная очистка природной воды цеолитами снижает концентрацию в ней нитратов, хлоридов и цианидов, а также обогащает воду ионами калия и регулирует кислотность.

4.3.1 Карточка кейса «Сорбционные технологии»

Тема	Сорбционные технологии
Вид	Исследовательский
Количество часов	4
Описание	<p>Химия углеродных материалов всегда представляла значительный интерес как для фундаментальных, так и для прикладных исследований. Это обусловлено разнообразием форм углерода, широким диапазоном их применения, а также многочисленными возможностями в отношении синтеза и модифицирования.</p> <p>При рассмотрении вопросов применения активных углей в различных отраслях промышленности целесообразно выделить условно следующие основные области их использования:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) адсорбция паров и газов и их смесей с воздухом и разделение и очистка газов; 2) адсорбция из растворов (в пищевой и химической технологии, для очистки сточных вод, масел и топлив и т.д.; 3) другие области (медицина, вакуумная техника, хроматография, катализ и т.д.). Анализ состояния вопроса позволил предложить в качестве сырьевых материалов, который в дальнейшем могут использоваться для получения адсорбционно-активных добавок к нефтяному дорожному битуму, коксовую пыль и кислую смолку.
Проблематика	<p>В процессе изготовления асфальтобетонной смеси при отверждении нагретого битума происходит эмиссия в атмосферу вредных для человека органических веществ</p>
Цель и задачи	<p>Цель работы: Разработка способа снижения экологической опасности строительных материалов, содержащих органические компоненты, при использовании сорбционных технологий на основе коксовой пыли.</p> <p>Задачи исследований:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Идентифицировать опасные органические примеси в битумах с помощью хроматографического метода анализа. 2. Исследовать возможность снижения эмиссии поллютантов с помощью дешевых сорбентов, не требующих регенерации, из твердых отходов коксохимического производства.

	<p>3. Разработать способ снижения эмиссии углеводородов при производстве дорожных покрытий за счет использования битумов с добавлением выбранного сорбента;</p> <p>4. Обосновать эколого-экономическую эффективность разработанных технологических решений применения углеродных сорбентов из отходов при производстве асфальтобетонов.</p>
Предполагаемые результаты учащихся	<p>Soft skills:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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 <p>Hard skills:</p> <p>формирование навыков по умению:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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.
Ресурсы и материалы	<p>Объектами исследований является нефтяной дорожный битум (ГОСТ 11955-82) в качестве компонента асфальтобетонной смеси, коксовая пыль, углеродные сорбенты, полученные на основе коксовой пыли методами термохимической активации. Коксовая пыль – углеродный материал с содержанием углерода, превышающем 90% масс, размером частиц 0,09-0,4 мм. Ресурс – хроматограф «Кристалл 2000»</p>

4.3.2 Описание выполнения кейса «Сорбционные технологии: Снижение эмиссии углеводородов из асфальто-бетонной смеси путем применения наноуглеродных адсорбционно-активных материалов»

Тема: Снижение эмиссии углеводородов из асфальто-бетонной смеси путем применения наноуглеродных адсорбционно-активных материалов

Цель: Разработка способа снижения экологической опасности строительных материалов, содержащих органические компоненты, при использовании сорбционных технологий на основе коксовой пыли.

Тип решаемой задачи: исследовательский.

Метод работы с кейсом: экспериментальная работа.

Задание для учащихся: Идентифицировать опасные органические примеси в битумах с помощью хроматографического метода анализа.

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 «сорбция», «материаловедение», «хроматограф».

Умение:

- составлять уравнение химической реакции;
- применять знания химии при производстве строительных материалов и изделий

Владение:

- применить методику получения композиции;
- идентифицировать опасные органические примеси в битумах с помощью хроматографического метода анализа;

Межпредметные связи:

- **физика:** принцип работы хроматографа;
- **химия:** механизмы химических реакций.
- **математика:** подбор состава композиционных материалов.

Оборудование и материалы: Для изучения эмиссии углеводородов при отверждении, навеску битума помещали в герметичные емкости, нагревали до 70°C, а затем оставляли на 24 часа при комнатной температуре. Затем проводили хроматографическое исследование выделившейся газовой фазы. **Ход работы**

В Детском технопарке «Кванториум» и на базе лабораторий Липецкого государственного технического университета проводилось исследование по снижению выбросов углеводородов путем использования композиционной добавки непосредственно к битуму, в результате чего происходит «запирание» фракций вредных веществ в нём. В качестве добавки был углеминеральный наноматериал на основе коксовой пыли. Добавку получали следующим образом: коксовую пыль, являющуюся отходом коксохимического производства и представляющую собой мелкодисперсный гидрофобный материала зольностью 13%, подвергали химической активации для развития пористости и придания сорбционных свойств. Для этого коксовую пыль смешивали с концентрированной серной кислотой, полученную пасту подвергали предварительной сернокислотной термообработке при 415°C с целью окисления для уменьшения степени обгара при постепенном нагревании. Полученный полупродукт (размер частиц 0,1-0,5 см) смешивали с карбонатом кальция (размер частиц 0,5-1 см) для достижения эффекта газовой активации и подвергали дальнейшей термообработке при 750°C. При разложении карбоната кальция образуются оксид углерода и оксид кальция. Диоксид углерода является активирующим агентом газовой активации, действие которого основано на химическом взаимодействии с углеродом при повышенных температурах. Оксид кальция, проявляя свои основные свойства в процессе взаимодействия со смесью сырья и реагента, является хорошим

хемосорбентом для кислых соединений, что способствует химическому связыванию кислых газов.

Для исследования влияния полученных материалов на снижение эмиссии вредных веществ при отверждении битума в емкости помещали образцы битума с навеской сорбента в соответствующем процентном расходе (по 1, 2, 3, 4 и 5 %) по отношению к количеству битума, герметично закрывали, разогревали на песчаной бане до полного размягчения, перемешивали, выдерживали 24 часа и отбирали 1мл воздуха для хроматографического анализа. Для определения и расчета эмиссии углеводородов измеряли площади пиков и проводили их сравнение пиками на хроматограмме чистого битума [8].

Исследования проводили с использованием в качестве композиционной добавки к битуму образца КП-Н₂SO₄ - CaCO₃ (образец № 1), а также смеси в стехиометрическом соотношении по углеродной составляющей КП-Н₂SO₄ - CaCO₃ с карбонатом кальция (образец № 2). Для сравнительного анализа и оценки эффективности применения данного сорбента также были проведены исследования с добавкой к битуму исходной коксовой пыли.

По данным хроматографического анализа построены зависимости уменьшения количества выбросов от дозировки добавки к битуму. На рис. 2, 3 представлены графические результаты зависимости массы выбросов (в граммах) из расчета на 1 кг битума с композиционной добавкой в виде исходной коксовой пыли, образца № 1 и образца № 2.

Проблематика:

С помощью газовой хроматографии снижение эмиссии углеводородом при помощи введения сорбционных добавок в асфальто-бетонные смеси. **2. Исследовательский компонент**

По данным хроматографического анализа необходимо построить зависимости уменьшения количества выбросов от дозировки добавки к битуму. Представить графические результаты зависимости массы выбросов (в граммах) из расчета на 1 кг битума с композиционной добавкой в виде исходной коксовой пыли и сорбентов на его основе.

Результаты эксперимента: Достаточным будет применение сорбирующей композиционной добавки к дорожному битуму в количестве 1% от массы самого битума. Это в свою очередь технологически более удобно и экономически более выгодно. Наиболее эффективно поглощается легкая фракция с температурой кипения менее 56⁰С. Высокие адсорбционные свойства проявляют исследуемые углеминеральные сорбенты к фракциям, выкипающим при температуре от 56 до 140⁰С. В то же время они менее активны по отношению к тяжелой фракции с температурой кипения более 140⁰С.

Выводы:

Исследована возможность использования сорбентов в качестве добавки к строительным материалам.

Доказано с помощью газовой хроматографии снижение эмиссии углеводородом при помощи введения сорбционных добавок в асфальто-бетонные смеси.

Определена эколого-экономическая эффективность при предотвращении экологического ущерба от загрязнения окружающей природной среды выбросами вредных веществ в атмосферу при приготовлении асфальтобетонной смеси.

Рефлексия

Освоение работы в научно-исследовательской лаборатории с прибором хроматограф «Кристалл 2000».

Определена эколого-экономическая эффективность при предотвращении экологического ущерба от загрязнения окружающей природной среды выбросами вредных веществ в атмосферу при приготовлении асфальтобетонной смеси.