

РЫБИНСКИЙ ФИЛИАЛ ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО АВТОНОМНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ЯРОСЛАВСКОЙ ОБЛАСТИ
ЦЕНТРА ДЕТСКО-ЮНОШЕСКОГО ТЕХНИЧЕСКОГО ТВОРЧЕСТВА

Детский технопарк «Кванториум»

Утверждаю
Директор ГОАУ ДО ЯО ЦЮТТ
Талова Т.М.
«24» *мая* 20 *22* г.



Согласовано:
Методический совет
от «24» *мая* 20 *22* г.
Протокол № *5/6-10*

Естественнонаучная направленность

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа



НАНОКВАНТУМ

«Нанотехнологии»

Возраст обучающихся: 10-18 лет
Срок реализации: 2 года, 360 часов
(1 год обучения – 144 часа, 2 год обучения – 216 часов)

Автор-составитель:

Петрова Ольга Вячеславовна,
педагог дополнительного образования

Консультант:

Куличкина Мария Алексеевна, методист

г. Рыбинск
2022 год

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|--|----|
| 1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА..... | 3 |
| 1.1. Цель и задачи..... | 7 |
| 1.2. Ожидаемые результаты | 7 |
| 1.3. Особенности организации образовательного процесса | 9 |
| 2. УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН | 10 |
| 2.1. Учебно-тематический план первого года обучения..... | 10 |
| 2.2. Учебно-тематический план второго года обучения | 11 |
| 3. КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК | 13 |
| 4. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ..... | 14 |
| 4.1. Содержание первого года обучения..... | 14 |
| 4.2. Содержание второго года обучения..... | 15 |
| 5. ВОСПИТАТЕЛЬНАЯ РАБОТА | 18 |
| 6. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОГРАММЫ..... | 19 |
| 6.1. Методическое обеспечение..... | 19 |
| 6.2. Материально-техническое обеспечение | 21 |
| 6.3. Кадровое обеспечение | 22 |
| 7. МОНИТОРИНГ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ..... | 23 |
| 8. СПИСОК ИНФОРМАЦИОННЫХ ИСТОЧНИКОВ | 29 |
| 8.1. Нормативно-правовые документы | 29 |
| 8.2. Информационные источники для педагогов..... | 30 |
| 8.3. Дополнительная литература | 30 |

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «**Нанотехнологии**» разработана в соответствии с Федеральным законом от 29.12.12 г. №273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», с ФЗ от 31 июля 2020 г. № 304-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» по вопросам воспитания обучающихся»; Государственной программы РФ «Развитие образования» на 2018-2025 годы, утвержденная постановлением Правительства РФ № 1642 от 26.12.2017 г. (с изменениями на 28.01.2021 года); Концепцией развития дополнительного образования детей до 2030 года, утвержденная распоряжением Правительства РФ от 31.03.2022 года № 678-р; Стратегией развития воспитания в Российской Федерации на период до 2025 года, утвержденная постановлением Правительства РФ от 29.05.2015 г. №996-р. Проектирование ДООП осуществляется также по основным нормативно-правовым документам: Постановление Главного гос. санитарного врача РФ от 30.06.2020 №16 «Об утверждении санитарно-эпидемиологических правил СП 3.1/2.4 3598-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации работы образовательных организаций и других объектов социальной инфраструктуры для детей и молодежи в условиях распространения новой коронавирусной инфекции (COVID-19)»; Постановление Главного гос. санитарного врача РФ от 2 ноября 2021 года № 27 «О внесении изменения в пункт 3 постановления Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 30.06.2020 №16 «Об утверждении санитарно-эпидемиологических правил СП 3.1/2.4.3598-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации работы образовательных организаций и других объектов социальной инфраструктуры для детей и молодежи в условиях распространения новой коронавирусной инфекции (COVID-19)»; Санитарные правила СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи», утв. Главным государственным санитарным врачом РФ от 28.09.2020 №28; Приказ № 467 от 3 сентября 2019 года «Об утверждении Целевой модели развития региональных систем дополнительного образования детей»; Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 09 ноября 2018 г. №196 «Об утверждении порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам»; Методические рекомендации по проектированию дополнительных общеразвивающих программ (приложение к письму департамента государственной политики в сфере воспитания детей и молодежи Министерства образования и науки Российской Федерации от 18.11.2015 года №09-3242), Устав ГОАУ ДО ЯО Центра детско-юношеского технического творчества.

Нанотехнология – достаточно новое междисциплинарное направление в науке, развитие которого поддерживается Министерством науки РФ и Министерством просвещения РФ. В настоящее время назрела необходимость готовить специалистов в данном направлении со школьной скамьи. 18 ноября 2004 г. Правительство РФ приняло разработанную Министерством образования и науки и РАН РФ Концепцию развития в Российской Федерации работ в области нанотехнологий на период до 2010 г. и определило основные приоритеты, принципы и направления реализации единой государственной политики в области развития нанотехнологий. Впервые в концепции на государственном уровне были определены приоритетные направления развития работ в области нанотехнологий. (DOI: <http://dx.doi.org/10.15688/jvolsu3.2015.1.9> УДК 378:338 ББК 74.484.4, Сидоров Сергей Григорьевич «Подготовка кадров для nanoиндустрии в России»).

Настоящая общеобразовательная общеразвивающая программа дополнительного образования детей имеет **естественнонаучную направленность** и ориентирована на изучение новых конструкционных материалов и нанотехнологии – предметной области

междисциплинарного направления современного естествознания на стыке физики, химии и биологии. Программа предусматривает изучение новых технологий в процессе исследования различных веществ. Обучение по программе предполагает развитие у обучающихся проектно-исследовательских навыков, умений анализировать полученные результаты, формирует опыт работы в команде над определенной задачей, дает возможность получать результаты, имеющие научный интерес.

Вид программы: модифицированная. Составлена на основании дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы «Введение в материаловедение и нанотехнологии». Автор Просекина И. Г., к.ф.м-н., руководитель ЦМИТ «STEM-Байкал», генеральный директор ООО «Полус-НТ». 2016-2017 гг., ЦМИТ «STEM-Байкал».

Актуальность программы. Программа предусматривает проектно-исследовательскую деятельность обучающихся – это реальный инструмент, который отвечает всем необходимым критериям изменения качества подготовки учащихся, повышает мотивацию к обучению, позволяет раскрыть способности детей. Исследовательская и проектная деятельность способна в полной мере удовлетворить познавательные потребности обучающихся в интересующих их областях знаний. В результате освоения данной программы обучающиеся приобретают навыки исследовательской работы, изучают литературу, осваивают новые методики, анализируют полученные результаты. На основе проведенных исследований осуществляют оформление рабочей документации по исследовательской или проектной работам. Обучение по программе дает возможность осознанного выбора будущей профессии, понимание того, чем именно занимаются научные сотрудники – какие задачи решают, к чему стремятся.

Особенностью окружающего нас мира является гармоничная взаимосвязь разнообразных природных явлений, разгадкой которых человечество занимается на протяжении всего своего существования.

Для того, чтобы понять суть сложных законов природы и научиться использовать их в своей деятельности ученые, создавая науку о природе, вынуждены были разбить единую картину мира на отдельные фрагменты, такие как: физика, математика, химия, материаловедение, биология, медицина, информатика и много других.

В общем, это вынужденное и в некотором смысле искусственное деление. Пришло время собирать отдельные разделы науки снова в единое целое. Появляются новые синтетические разделы: молекулярная биология, биофизика, клеточная медицина, вычислительная физика, биоинформатика и тому подобные.

К такой междисциплинарной дисциплине относится и недавно появившаяся новая область – нанотехнологии. Именно в нанотехнологиях «объединились» физика, математика, химия, материаловедение, информационные технологии.

Нанотехнологии открывают удивительные возможности для создания материалов с управляемыми свойствами. На основе наноматериалов создаются принципиально новые устройства и системы, необходимые, например, для производства новых медицинских трансплантатов и лекарств, новой элементной базы для компьютеров и прецизионных приборов.

Принято считать, что в нанотехнологиях имеют дело с объектами, размеры которых хотя бы в одном измерении не превышают 100 нанометров. Конечно, эта граница достаточно условна, она, например, может зависеть от чистоты материала и от температуры окружающей среды. Важно, что она выделяет промежуточную (мезоскопическую) область между макроскопическим миром и миром атомов и молекул.

Мезоскопический наномир занимает пространственный диапазон приблизительно от единиц до сотен нанометров ($10^{-9} \div 10^{-7}$ м) и имеет свои особые свойства: еще не атомные, но уже и не макроскопические. Например, в твердом теле с наноразмерами энергия электронного газа приобретает дискретный спектр, похожий на энергетический спектр электронов в атоме, но зависящий от размеров тела, а температура плавления может зависеть от его формы. Очевидно, что любые технологии связаны с диагностикой,

т.е. с измерением набора параметров создаваемого материала или системы. Причем, если в макротехнологиях такая диагностика в некоторых случаях может выполняться с помощью человеческих органов чувств, таких как: зрение, осязание, слух, обоняние, то для нанотехнологий нужны специальные прецизионные приборы.

Одним из примеров таких приборов является сканирующий зондовый микроскоп (СЗМ), изобретатели которого швейцарские ученые Генрих Бинниг и Герд Рорер были удостоены в 1986 г. Нобелевской премии по физике. История развития и продвижения СЗМ в nanoиндустрию является классическим примером инновационного развития. В отличие от электронного микроскопа СЗМ работает не только в вакууме, но также в газе и даже в жидкости, что принципиально для исследования биологических объектов. В основе СЗМ лежит целый ряд физических законов и эффектов, а управление работой СЗМ и обработка данных осуществляются с помощью ПК с применением современных информационных технологий. С помощью СЗМ решается широкий спектр разнообразных задач естественнонаучного профиля.

Все это делает СЗМ исключительно привлекательным при выполнении междисциплинарных исследовательских проектов, целью которых является раскрытие у школьников способностей к планированию и проведению проектной творческой деятельности, что в свою очередь обеспечивает мотивацию к саморазвитию, а также ориентацию будущих специалистов в области высокотехнологического производства, научных исследований и инновационной деятельности.

При выполнении индивидуальных и групповых исследовательских проектов у школьников формируется научное мировоззрение, интерес к инновационной, аналитической, творческой и интеллектуальной деятельности. Данная форма обучения обеспечивает не только теоретическое изучение предметов, но и формирует конкретные прикладные навыки и умения, а также способствует командной работе.

Содержание программы выстроено таким образом, чтобы помочь ребенку постепенно, шаг за шагом, раскрыть в себе творческие возможности и самореализоваться в современном мире.

В процессе исследований и теоретической подготовки обучающиеся получают дополнительные знания в области физики, химии и биологии, что, в конечном итоге, изменит картину восприятия ими технических дисциплин, переводя их из разряда умозрительных в разряд прикладных.

Основные принципы исследований веществ, умение работать на современном исследовательском оборудовании послужат хорошей почвой для последующего освоения более сложного теоретического и практического материала на занятиях.

Дополнительное образование детей в области нанотехнологии способствует приобретению ими навыков разработки и реализации научно-технических проектов, детального планирования, прогнозирования и оценки результатов своей деятельности, конструктивного взаимодействия и сотрудничества в процессе групповой деятельности, а также развитию их творческих способностей, логического и критического мышления, развитию таких личных качеств, как целеустремленность, ответственность, самостоятельность в принятии решений, умение доводить начатое дело до конца.

Отличительные особенности программы

Основа программы – междисциплинарный практикум по естествознанию (базовый уровень) и междисциплинарный практикум по естествознанию и нанотехнологии (углубленный уровень). Обучение начинается с освоения базового уровня, включающего теоретическую и практическую части. Кроме того, в программу занятий входит обучение работе на современном лабораторном оборудовании, освоение методик анализа и синтеза с целью применения их в дальнейших собственных исследованиях и проектах.

Занятия по данной программе проводятся в очной форме.

По данной программе в летний период может быть организована работа с обучающимися, которые проходят подготовку для участия в массовых мероприятиях,

работают над индивидуальными или командными проектами, а также проявляют особый интерес к выбранному виду деятельности.

Образовательный процесс по данной программе ведется в соответствии с годовым календарным учебным графиком на текущий учебный год, утвержденным приказом директора ГОАУ ДО ЯО ЦДЮТТ.

1.1. Цель и задачи

| Цель | Задачи обучения | Задачи развития | Задачи воспитания |
|---|--|---|---|
| <p>Формирование у обучающихся современных представлений о наноматериалах и наносистемах, базовых знаний и умений в области современного материаловедения и нанотехнологий</p> | <p>1. Формировать комплекс общих знаний в области современных естественных наук.</p> <p>2. Обучить терминологии и основным понятиям, связанными с наноматериалами и нанотехнологиями.</p> <p>3. Обучить методикам, основным принципам, методам исследования объектов и материалов.</p> <p>4. Обучить алгоритмам работы на современном исследовательском оборудовании: сканирующем зондовом микроскопе, спектрографе, оптическом микроскопе и т.п.</p> <p>5. Обучать навыкам теоретических и экспериментальных исследований от постановки цели, определения задач и до реализации цели.</p> | <p>1. Развивать интерес к современному естествознанию и новейшим технологиям.</p> <p>2. Развивать психофизиологические качества обучающихся: память, внимание, логическое, пространственное и аналитическое мышление, в том числе посредством игры в шахматы и занятий прикладной математикой.</p> <p>3. Развивать познавательную активность и творческую инициативу обучающихся посредством включения их в различные виды конкурсной деятельности.</p> <p>4. Развивать коммуникативную культуру обучающегося, культуру сотрудничества.</p> | <p>Задачи воспитания формулируются на основании «Рабочей программе воспитания ГОАУ ДО ЯО ЦДЮТТ на 2022-2024 гг»:</p> <p>1. Формировать у обучающихся духовно-нравственные, гражданско-правовые ценности, чувство причастности и уважительного отношения к историко-культурному и природному наследию России и малой родины.</p> <p>2. Формировать у обучающихся внутреннюю позицию личности по отношению к окружающей социальной действительности.</p> <p>3. Формировать мотивацию к профессиональному самоопределению обучающихся, приобщению к социально-значимой деятельности для осмысленного выбора профессии.</p> |

1.2. Ожидаемые результаты

| Обучающий аспект | Развивающий аспект | Воспитательный аспект |
|---|---|--|
| <p>1 год обучения: Обучающиеся должны знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – основные понятия и задачи современного естествознания, а также перспективы развития нанотехнологий; – особенности получения и изучения микро- и нано-структур; – базовую терминологию и основные понятия, связанные с наноматериалами и нанотехнологиями; | <p>1. Демонстрация интереса к современному естествознанию и новейшим технологиям.</p> <p>2. Развитие психофизиологических качеств обучающихся: память, внимание, логическое, пространственное и</p> | <p>Ожидаемыми результаты обучающимися по воспитательному аспекту формулируются на основании «Рабочей программе воспитания ГОАУ ДО ЯО ЦДЮТТ на 2022-2024 гг».</p> |

| | | |
|--|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> – простые принципы и методики для исследования объектов и материалов; – основные методы проведения научного исследования. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – работать с современным лабораторным и исследовательским оборудованием – оптическим микроскопом, электронными весами, химической посудой, плиткой; – работать со средствами информации (уметь искать и отбирать информацию); – выбрать объект исследования, формулировать рабочую гипотезу. <p>–</p> <p>2 год обучения:</p> <p>Обучающиеся должны знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – новые понятия и задачи современного естествознания, а также перспективы развития нанотехнологий; – методики получения и изучения микро- и нано-структур; – основную терминологию и понятия, связанные с наноматериалами и нанотехнологиями; – новые принципы и методики для исследования объектов и материалов; – основные методы проведения научного исследования; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – работать с современным лабораторным и исследовательским оборудованием – оптическим, металлографическим и иммерсионным микроскопом, электронными весами большей точности, химической посудой, плиткой, спиртовкой, бактериостатом, ультразвуковой мойкой; – работать со средствами информации (уметь искать и отбирать информацию, отличать научные источники от популярных); – выбирать объект исследования, формулировать рабочую гипотезу, проверять ее и оценить достоверность полученных результатов; – уметь отличать исследовательскую работу и продуктовый проект. | <p>аналитическое мышление, в том числе посредством игры в шахматы и занятий прикладной математикой;</p> <p>3. Развитие познавательной активности и творческой инициативы обучающихся посредством включения их в различные виды конкурсной деятельности.</p> <p>4. Развитие коммуникативной культуры обучающегося, культуры сотрудничества.</p> | <p>К концу освоения образовательной программы обучающийся будет демонстрировать сформированные уровни:</p> <p>1. Духовно-нравственных и гражданско-правовых ценностей, чувства причастности и уважительного отношения к историко-культурному и природному наследию России и малой родины;</p> <p>2. Внутренней позиции личности по отношению к окружающей социальной действительности;</p> <p>3. Мотивации к профессиональному самоопределению обучающихся, приобщению к социально-значимой деятельности для осмысленного выбора профессии.</p> |
|--|--|---|

1.3. Особенности организации образовательного процесса

Срок реализации программы: программа рассчитана на 2 года обучения. В первый учебный год – 144 академических часов. Во второй учебный год – 216 академических часов.

Режим занятий: занятия на первом году обучения проводятся 2 раза в неделю по 2 академических часа с перерывом 10 минут. Занятия на втором году обучения проводятся 2 раза в неделю по 3 академических часа с перерывом 10 минут.

Занятия проводятся в кабинете, оборудованном согласно санитарно-эпидемиологическим правилам и нормативам: Постановление Главного гос. санитарного врача РФ от 30.06.2020 №16 «Об утверждении санитарно-эпидемиологических правил СП 3.1/2.4.3598-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации работы образовательных организаций и других объектов социальной инфраструктуры для детей и молодежи в условиях распространения новой коронавирусной инфекции (COVID-19)»; Постановление Главного гос. санитарного врача РФ от 2 ноября 2021 года № 27 «О внесении изменения в пункт 3 постановления Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 30.06.2020 №16 «Об утверждении санитарно-эпидемиологических правил СП 3.1/2.4.3598-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации работы образовательных организаций и других объектов социальной инфраструктуры для детей и молодежи в условиях распространения новой коронавирусной инфекции (COVID-19)»; Санитарные правила СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи», утв. Главным государственным санитарным врачом РФ от 28.09.2020 №28.

Категория обучающихся. Школьники среднего и старшего возраста: 10-18 лет. Набор обучающихся проводится без предварительного отбора детей в соответствии с возрастом обучающихся. Программа не адаптирована для обучающихся с ОВЗ.

Особенности комплектования групп и количественный состав: Набор обучающихся проводится без предварительного отбора детей. Наполняемость группы: не более 12 человек.

Отличительные особенности программы

К основным отличительным особенностям настоящей программы можно отнести следующие пункты:

- кейсовая система обучения;
- исследовательская и проектная деятельность;
- направленность на развитие универсальных (soft) компетенций, не связанными с конкретной предметной областью.

Каждый кейс составляется в зависимости от темы и конкретных задач, которые предусмотрены программой, с учетом возрастных особенностей детей, их индивидуальной подготовленности, и состоит из теоретической и практической части.

Подготовка ведется по широкому кругу направлений, и будет полезна не только будущим физикам, химикам, биологам и математикам, но и будущим управленцам, экономистам, инженерам. Учащиеся в ходе выполнения программы осваивают все этапы проведения научного исследования: постановку задачи, формулировку гипотезы, методики измерений, формулировки и подтверждение выводов, верификацию результатов, основы статистической обработки результатов.

2. УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

2.1. Учебно-тематический план первого года обучения

| № | Раздел | Количество часов | | | Форма аттестации/ контроля |
|--------------|---|------------------|-----------|------------|-------------------------------|
| | | Теория | Практика | Всего | |
| 1. | Введение в образовательную программу, техника безопасности | 1 | 1 | 2 | Устный опрос |
| 2. | Первый цикл | 10 | 10 | 20 | |
| 2.1 | Уровни организации материи | 2 | 2 | 4 | Беседа |
| 2.2 | Законы физики и химии в микромире | 8 | 8 | 16 | Устный опрос |
| 3. | Второй цикл | 25 | 25 | 50 | |
| 3.1 | Свойства углерода и других веществ | 10 | 10 | 20 | Беседа |
| 3.2 | Практика: Процессы, явления, материалы | 11 | 11 | 22 | Тест |
| 3.3 | Основы проектной деятельности | 2 | 2 | 4 | Беседа |
| 3.4 | Выбор идеи для проектных работ | 1 | 1 | 2 | Наблюдение |
| 3.5 | Защита идеи | 1 | 1 | 2 | Доклад |
| 4. | Третий цикл. Принципы, методы и методики измерений | 10 | 10 | 20 | Наблюдения |
| 5. | Четвертый цикл. Нанолаб. Физика и химия поверхности | 26 | 26 | 52 | |
| 5.1 | Теория и практика. Выращивание кристаллов | 8 | 8 | 16 | Практическая работа |
| 5.2 | Изучение свойств кристаллов | 5 | 5 | 10 | Наблюдение |
| 5.3 | Основы проектной деятельности. Подготовка проектных работ | 12 | 12 | 24 | Наблюдение Беседа |
| 5.4 | Защита проектов | 1 | 1 | 2 | Защита проекта |
| ИТОГО | | 72 | 72 | 144 | |

2.2. Учебно-тематический план второго года обучения

| № | Раздел | Количество часов | | | Форма аттестации/ контроля |
|----|---|------------------|----------|-------|---------------------------------------|
| | | Теория | Практика | Всего | |
| 1. | Введение в образовательную программу, техника безопасности | 1 | 1 | 2 | Опрос |
| 2 | Изучение микрофлоры воды с помощью сканирующей зондовой микроскопии | 4 | 10 | 14 | Опрос |
| 3 | Структурная природа окраски насекомых | 4 | 10 | 14 | Наблюдения |
| 4 | Химический анализ воды (подготовка к соревнованиям «Джуниор Скиллс») | 6 | 10 | 16 | Беседа, практическая работа |
| 5 | Эффект Лотоса. Явление Сверхгидрофобности и самоочистки в природе | 6 | 8 | 14 | Устный опрос |
| 6 | Бумага как элемент материальной культуры | 6 | 14 | 20 | Беседа |
| 7 | Элементы плоской оптики (радужная голограмма) | 8 | 6 | 14 | Беседа, практическая работа |
| 8 | Добавка к шампуням на основе комплексов наночастиц | 4 | 10 | 14 | Тест, наблюдения, практическая работа |
| 9 | Изучение свойств магнитных наночастиц | 6 | 8 | 14 | Беседа |
| 10 | Защита бумажных документов | 4 | 10 | 14 | Наблюдение |
| 11 | Подготовка исследовательских проектов «Юниквант» по заданным темам | 4 | 10 | 14 | Доклад |
| 12 | Создание nano-меток. Литография на различных поверхностях (бумага, металл, пластик) | 8 | 6 | 14 | Наблюдения |
| 13 | Очищение сточных вод Рыбинска путём создания биологического барьера | 4 | 10 | 14 | Практическая работа |
| 14 | По заданию «Кванториады» | 6 | 8 | 14 | Практическая работа |
| 15 | Оформление работ к участию в конкурсах, соревнованиях, хакатонах и т.д. | 3 | 7 | 10 | Наблюдение, результат соревнования |

| | | | | | |
|---------------|--|-----------|------------|------------|-------------------------------|
| 16 | Самостоятельная работа по выбранной теме | 4 | 10 | 14 | Беседа, доклад, защита работы |
| ИТОГО: | | 78 | 138 | 216 | |

3. КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК

Первый год обучения

Начало занятий – 5 сентября

Окончание занятий – 31 мая

| № | Всего учебных недель | Всего учебных дней | Объем учебных часов | Режим работы |
|---|----------------------|--------------------|---------------------|-------------------------------|
| 1 | 36 | 108 | 144 | 2 раза в неделю по 2 ак. часа |

Второй год обучения

Начало занятий – 5 сентября

Окончание занятий – 31 мая

| № | Всего учебных недель | Всего учебных дней | Объем учебных часов | Режим работы |
|---|----------------------|--------------------|---------------------|-------------------------------|
| 1 | 36 | 108 | 216 | 2 раза в неделю по 3 ак. часа |

4. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

4.1. Содержание первого года обучения

1. Введение в образовательную программу, техника безопасности (2 часа)

Теория (1 час): Цели, задачи, содержание образовательной программы. Техника безопасности.

Практика (1 час): Опрос по технике.

2. Первый цикл

2.1. Уровни организации материи (4 часа)

Теория (2 часа): Нано, микро и макро – уровни организации материи

Практика (2 часа): Игровое обучение по теме занятия.

2.2. Законы физики и химии в микромире (16 часов)

Теория (8 часов): Законы физики и химии в микромире. Можно ли увидеть атом? Поверхностные и объемные атомы. Этапы развития нанотехнологий. Кристаллические и аморфные тела. Что такое метастабильные состояния. Жидкости и газы. Фазовые переходы.

Практика (8 часов). Проведение экспериментов по применению теории.

3. Второй цикл

3.1. Свойства углерода и других веществ. (20 часов)

Теория (10 часов): Аллотропные формы углерода, структуры и свойства. Размерные эффекты в нанотехнологиях. Методы синтеза наноматериалов. Методы структурных исследований веществ. Наноматериалы и нанотехнологии вокруг нас. Задачи и перспективы развития.

Практика (10 часов): Проведение экспериментов по применению теории.

3.2. Практика: Процессы, явления, материалы (22 часа)

Теория (11 часов): Знакомство с уникальными материалами, обладающими памятью формы. Неньютоновские жидкости и опыты с ними. Термохромизм. Кристаллы: природные и искусственные. Свойства кристаллов.

Практика (11 часов): Кейс «Материалы с памятью формы и опыты с ними». Кейс «Эффекты в неньютоновских жидкостях». Кейс «Термохромизм. Химический термохромизм». Кейс «Термохромизм. Физический термохромизм». Кейс «Знакомство с миром симметрии кристаллов».

3.3. Основы проектной деятельности (4 часа)

Теория (2 часа): Алгоритм работы над проектом. Этапы проекта.

Практика (2 часа): Подготовка проекта.

3.4. Выбор идеи для проектных работ (2 часа)

Теория (1 час): Примерная тематика проектов. Примеры готовых проектов.

Практика (1 час): Выбор собственной темы проекта.

3.5. Защита идеи (2 часа)

Теория (1 час): Презентация идеи: алгоритм.

Практика (1 час): Презентация и защита собственной идеи.

4. Третий цикл. Принципы, методы и методики измерений (20 часов)

Теория (10 часов): Знакомство с оптической микроскопией. Знакомство с рН-метрией, кондуктометрией, мультиметром. Знакомство с рефрактометрией: устройство рефрактометра, физические принципы измерений и области применения.

Практика (10 часов): Проведение наблюдений с помощью прямого и инвертированного микроскопов. Изготовление собственного микроскопа Левенгука. Обработка полученных фото- и видео-изображений. Изучение работы рН-метра. Измерение водородного показателя в разных средах, измерение электропроводности, возможности мультиметра.

5. Четвертый цикл. Нанолаб. Физика и химия поверхности

5.1. Теория и практика. Выращивание кристаллов (16 часов)

Теория (8 часов): Введение в теорию изоморфизма, знакомство с кристаллографией. Исследование изоморфных замещений некоторых металлов или групп атомов. Получение эпитаксиальных пленок, изучение начального роста некоторых кристаллов и влияния на процесс роста внешних условий. Получение данных с помощью Сканирующего зондового микроскопа.

Практика (8 часов): Кейс «Выращивание кристаллов. Изоморфизм в кристаллах».

5.2. Изучение свойств кристаллов (10 часов)

Теория (5 часов): Знакомство с причинами возникновения структурной (радужной) окраски.

Практика (5 часов): Кейс «Изучение свойств кристаллов. Структурная окраска».

5.3. Основы проектной деятельности. Подготовка проектных работ (24 часа)

Теория (12 часов): Алгоритм работы над проектом. Этапы проекта. Презентация проекта.

Практика (12 часов): Постановка темы на основе изученных тематик, проработка задач, составление плана исследования. Подготовка и проведение эксперимента. Проработка гипотезы, обработка результатов и выводов. Анализ результатов и их оформление, лабораторная работа.

5.4. Защита проектов (2 часа)

Теория (1 час): Презентация проекта: алгоритм.

Практика (1 час): Представление результатов собственных исследований.

4.2. Содержание второго года обучения

1. Введение в образовательную программу, техника безопасности (2 часа)

Теория (1 час): Цели, задачи, содержание образовательной программы. Техника безопасности.

Практика (1 час): Опрос по технике безопасности

2. Изучение микрофлоры воды с помощью сканирующей зондовой микроскопии (14 часов)

Теория (4 часа): Особенностью современных методов анализа с применением новых технологий и техник (нанотехнологии, микрофлюидные технологии, магнитный пинцет, оптический пинцет, электрофорез, фильтрация и т.п.).

Практика (10 часов): Подготовка препаратов, исследование с помощью методов СЗМ состава микрофлоры воды дистиллированной и водопроводной. Определение качества воды и безопасности ее употребления.

3. Структурная природа окраски насекомых (14 часов)

Теория (4 часа): Правила работы со сканирующим и зондовым микроскопами.

Практика (10 часов): Исследование методами оптической и сканирующей зондовой микроскопий микро- и наноструктуры крыла бабочки. Выявление структурной природы окраски покрова крыла бабочки. Изучение структурного окраса насекомых с помощью различных видов исследований.

4. Химический анализ воды (подготовка к соревнованиям «Джуниор Скиллс») (16 часов)

Теория (6 часов): Лабораторный химический анализ. Правила проведения количественного и качественного анализа растворов.

Практика (10 часов): Проведение комплексных исследований с использованием различного научного оборудования. Проведение химических опытов.

5. Эффект Лотоса. Явление Сверхгидро-фобности и самоочистки в природе (14 часов)

Теория (6 часов): Теория гидрофобности и гидрофильности. Поверхностные структуры. Механизмы отталкивания и притяжения молекул воды и других жидкостей.

Практика (8 часов): Изучение явления гидрофобности и гидрофильности. Знакомство с явлением сверхгидрофобности. Исследование методами оптической и сканирующей зондовой микроскопий структурных особенностей рельефа поверхности лепестка розы и капустного листа, влияющих на их гидрофобность.

6. Бумага как элемент материальной культуры (20 часов)

Теория (6 часов): История развития бумажной отрасли. Технология изготовления исторических и современных видов бумаги.

Практика (14 часов): Исследование связи поверхностной структуры бумаги с ее качеством и функциональным назначением.

7. Элементы плоской оптики (радужная голограмма) (14 часов)

Теория (8 часов): Теория оптической голограммы. Принципы, методы, история открытия.

Практика (6 часов): Изучение волновых свойств света, знакомство с оптической голографией. Исследование методами оптической и сканирующей зондовой микроскопий двумерных голограмм. Выявление структурных особенностей рельефа двумерных голограмм, изготовленных по электронно-лучевой технологии (e-beam) и технологии Dot-matrix.

8. Добавка к шампуням на основе комплексов наночастиц (14 часов)

Теория (4 часа): Атомно-силовая микроскопия, обратная связь, зонд, установка травления зондов, полуконтактный метод атомно-силовой микроскопии, силовая литография, туннельный ток, закон Ома, резонансная частота, болезни волос, трихология, кутикула, мозговое вещество, кортекс, волосяной сосочек, эпидермис, артефакты изображения. Изучение структуры волоса. Оптическая микроскопия.

Практика (10 часов): Создание активных нанодобавок; освоение работы с USB-оптическим микроскопом; освоение работы на сканирующем зондовом микроскопе (и его использование для визуализации поверхности волос); интерпретация и анализ данных СЗМ изображения; умение проводить расчеты оптимальной концентрации наночастиц; основы пробоподготовки, в частности, методы фиксации нитевидных структур (волосы); работа с ультразвуковой ванной, центрифугой, проведение химических реакций. Использование в средствах по уходу за волосами наночастиц, ансамблей наночастиц, поверхностно-активных веществ, суспензидов, коллоидных систем.

9. Изучение свойств магнитных наночастиц (14 часов)

Теория (6 часов): Методы синтеза магнитных наночастиц.

Практика (8 часов): Использование оптического микроскопа. Использование хим. реактивов нанолaborатории, синтез магнитных наночастиц путем метода «снизу вверх». Интерпретация и анализ данных СЗМ изображения. Исследование образцов с помощью рентгено-флюоресцентного анализатора «Панда».

10. Защита бумажных документов (14 часов)

Теория (4 часа): Виды защиты бумажных документов. Способы нанесения нанообъектов на бумагу, способы распознавания меток.

Практика (10 часов): Практическая работа с высокотехнологичными приборами - освоение основ оптической микроскопии и сканирующей зондовой микроскопии. Проведение комплексных исследований с использованием различного научного оборудования.

11. Подготовка исследовательских проектов «Юниквант» по заданным темам (14 часов)

Теория (4 часа): Теория по запросу обучающихся применительно к теме проекта или исследовательской работы.

Практика (10 часов): Практическая работа с высокотехнологичными приборами (сканирование образцов). Исследование образцов с помощью рентгенофлюоресцентного анализатора «Панда»

12. Создание нано-меток. Литография на различных поверхностях (бумага, металл, пластик) (14 часов)

Теория (8 часов): Теория литографии.

Практика (6 часов): Использование сканирующего зондового микроскопа (СЗМ) "NanoTutor" и его использование для литографии поверхностей с различными свойствами.

13. Очищение сточных вод Рыбинска путём создания биологического барьера (14 часов)

Теория (4 часа): Биологические объекты для очищения окружающей среды, их роль в очистке от токсинов водного бассейна Волги и ее притоков.

Практика (10 часов): Практическая работа с высокотехнологичными приборами (сканирование образцов). Исследование образцов с помощью рентгенофлуоресцентного анализатора «Панда».

14. По заданию «Кванториады» (14 часов)

Теория (6 часов): Теория по запросу обучающихся по теме проектного решения.

Практика (8 часов): Практическая работа с высокотехнологичными приборами – освоение основ оптической микроскопии и сканирующей зондовой микроскопии.

Проведение комплексных исследований с использованием различного научного оборудования.

15. Оформление работ к участию в конкурсах, соревнованиях, хакатонах и т.д. (10 часов)

Теория (3 часа): Правила оформления работ к участию в конкурсах, соревнованиях, хакатонах и т.д.

Практика (7 часов): Участие в конкурсах, соревнованиях, хакатонах и т.д.

16. Самостоятельная работа по выбранной теме (14 часов)

Теория (4 часа): Теория по запросу обучающихся по теме проекта или исследовательской работы.

Практика (10 часов): Практическая работа с высокотехнологичными приборами - освоение основ оптической микроскопии и сканирующей зондовой микроскопии. Проведение комплексных исследований с использованием различного научного оборудования на тему по выбору обучающегося.

5. ВОСПИТАТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Воспитательная работа в Наноквантуме ведется согласно целям и задачам «Рабочей программы воспитания ГОАУ ДО ЯО ЦДЮТТ на 2022-2024 гг» и календарному графику воспитательной работы.

Общей целью воспитания ГОАУ ДО ЯО ЦДЮТТ является приобщение обучающихся к российским традиционным духовно-нравственным ценностям, правилам и нормам поведения в российском обществе, а также создание условия для гармоничного вхождения обучающихся в социальную и профессиональную среды.

Достижению поставленной общей цели воспитания будут служить следующие задачи:

- формировать у обучающихся духовно-нравственные, гражданско-правовые ценности, чувство причастности и уважительного отношения к историко-культурному и природному наследию России и малой родины;
- формировать у обучающихся внутреннюю позицию личности по отношению к окружающей социальной действительности;
- формировать мотивацию к профессиональному самоопределению обучающихся, приобщению к социально-значимой деятельности для осмысленного выбора профессии.

Календарный график воспитательной работы составляется ГОАУ ДО ЯО ЦДЮТТ самостоятельно на каждый учебный год и утверждается приказом директора.

Анализ организуемой в ГОАУ ДО ЯО ЦДЮТТ воспитательной работы осуществляется по выбранным самой организацией направлениям и проводится с целью выявления достижения поставленных воспитательных цели и задач.

Анализ осуществляется ежегодно силами самой образовательной организации.

Основными направлениями анализа, организуемой в ГОАУ ДО ЯО ЦДЮТТ воспитательной работы являются результаты патриотического воспитания, социализации, самореализации, профориентации и профессионального самоопределения обучающихся ГОАУ ДО ЯО ЦДЮТТ.

Критерием, на основе которого осуществляется данный анализ, является динамика личностного развития каждого обучающегося ГОАУ ДО ЯО ЦДЮТТ.

Осуществляется анализ педагогами дополнительного образования совместно с заместителем директора по учебно-воспитательной работе с последующим обсуждением результатов на педагогическом совете.

6. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОГРАММЫ

6.1. Методическое обеспечение

Качество подготовки обеспечивает многоуровневая система работ и проектная работа:

– **Предпроектная деятельность.** Знакомство с задачами современного естествознания и богатством применений материалов в современных технологиях теоретически. Знакомство с работой в научно-исследовательской лаборатории, выполнение экспериментальных заданий методических работ, обучение работе с синтетическими и аналитическими приборами, выполнение основных стадий синтеза по регламенту. В целом предназначена для углубления знаний, понимания междисциплинарности в современных научных задачах, формирования устойчивого интереса и расширения образовательных возможностей учащихся. Обучение проводят для групп 10-12 человек, в которых задания выполняют в микрогруппах по 2-4 человека.

– **Учебно-исследовательские проекты.** Выполняются в микрогруппах по 2-3 человека. Учащиеся получают опыт самостоятельных экспериментальных и теоретических изысканий: осваивают навыки химического синтеза и работы со сложным оборудованием; формируют навыки постановки, проведения, обработки и анализа эксперимента. По итогам освоения образовательной программы обучающиеся выбирают тему учебно-исследовательского проекта или придумывают новую; проводят поиск и анализ информации из различных источников; учатся эффективно презентовать и защищать собственный проект. Хорошо выполненный учебно-исследовательский проект может быть представлен на различных конкурсах. После выполнения проектов этого уровня учащиеся подготовлены к выполнению более сложных научно-исследовательских проектов при большем самостоятельном участии. Учебно-исследовательские проекты могут также стать основой будущего научно-исследовательского проекта или инженерного проекта.

– **Научно-исследовательские проекты** выполняются в индивидуальном порядке или в микрогруппах под руководством научного руководителя. Темой проекта могут стать избранные вопросы отдельных тематик практикумов, имеющих актуальное прикладное или теоретическое значение.

Методы организации и осуществления занятий

1. Перцептивный акцент:

- а) словесные методы (рассказ, беседа, инструктаж, чтение справочной литературы);
- б) наглядные методы (демонстрации мультимедийных презентаций, фотографии);
- в) практические методы (упражнения, задачи).

2. Гностический аспект:

- а) иллюстративно - объяснительные методы;
- б) репродуктивные методы;
- в) проблемные методы (методы проблемного изложения) дается часть готового знания;

- г) эвристические (частично-поисковые) большая возможность выбора вариантов;
- д) исследовательские – дети сами открывают и исследуют знания.

3. Логический аспект:

- а) индуктивные методы, дедуктивные методы;
- б) конкретные и абстрактные методы, синтез и анализ, сравнение, обобщение, абстрагирование, классификация, систематизация, т.е. методы как мыслительные операции.

Основными формами учебного процесса являются:

- групповые учебно-практические и теоретические занятия;
- работа по индивидуальным планам (исследовательские проекты);
- участие в соревнованиях между группами;

- комбинированные занятия.

В ходе работы предлагается следующее распределение участников в группе:

- участники работают все вместе в ходе обсуждения проблемной ситуации, рефлексии и подготовки к защите проекта;
- участники работают в подгруппах по два-три человека в ходе выполнения проекта по технологической карте и самостоятельных заданий.

Формы работы на этапе углубленного модуля

Командное выполнение междисциплинарных исследовательских проектов 3-го и 4-го уровней ограничений. Проведение индивидуальных углубленных лекционных занятий со школьниками.

Рекомендуемые формы занятий углубленного образовательного модуля:

- на этапе изучения нового материала – лекция, объяснение, рассказ, демонстрация;
- на этапе закрепления изученного материала - беседа, дискуссия, практическая работа, дидактическая или педагогическая игра;
- на этапе повторения изученного материала – наблюдение, устный контроль (опрос, игра), творческое задание;
- на этапе проверки полученных знаний – выполнение дополнительных заданий, публичное выступление с демонстрацией результатов работы над вводным образовательным модулем.

Основные методы обучения, применяемые в прохождении программы:

1. Устный.
2. Проблемный.
3. Частично-поисковый.
4. Исследовательский.
5. Проектный.
6. Формирование и совершенствование умений и навыков (изучение нового материала, практика).
7. Обобщение и систематизация знаний (самостоятельная работа, творческая работа, дискуссия).
8. Контроль и проверка умений и навыков (самостоятельная работа).
9. Создание ситуаций творческого поиска.
10. Стимулирование (поощрение).

Методы стимулирования и мотивации деятельности:

Методы стимулирования мотива интереса к занятиям: познавательные задачи, учебные дискуссии, опора на неожиданность, создание ситуации новизны, ситуации гарантированного успеха и т.д., методы стимулирования мотивов долга, сознательности, ответственности, настойчивости: убеждение, требование, приучение, упражнение, поощрение.

Предусматриваются различные формы подведения итогов реализации образовательной программы:

- выставка,
- соревнование,
- внутригрупповой конкурс,
- участие в олимпиадах, соревнованиях, учебно-исследовательских конференциях,
- презентация проектов обучающихся.

К основным отличительным особенностям настоящей программы можно отнести следующие пункты:

- кейсовая система обучения;
- методика проблемного обучения;
- проектная деятельность;

– направленность на soft-skills (универсальные, надпрофессиональные навыки, не связанные с конкретной предметной областью).

Основным методом организации учебной деятельности по программе является метод кейсов.

Кейс – описание проблемной ситуации понятной и близкой обучающимся, решение которой требует всестороннего изучения, поиска дополнительной информации и моделирования ситуации или объекта, с выбором наиболее подходящего.

Преимущества метода кейсов:

– Практическая направленность. Кейс-метод позволяет применить теоретические знания к решению практических задач.

– Интерактивный формат. Кейс-метод обеспечивает более эффективное усвоение материала за счет высокой эмоциональной вовлеченности и активного участия обучаемых. Участники погружаются в ситуацию с головой: у кейса есть главный герой или заказчик, на место которого ставит себя команда и решает проблему от его лица. Акцент при обучении делается не на овладение готовым знанием, а на его выработку.

– Конкретные навыки. Кейс-метод позволяет совершенствовать «гибкие навыки» (soft-skills), которые оказываются крайне необходимы в реальном рабочем процессе.

Условно можно выделить следующие *виды кейсов*:

1. Инженерно-практический
2. Инженерно-социальный
3. Инженерно-технические
4. Исследовательский (практический или теоретический).

Каждый кейс или проект осуществляется под руководством педагога, который оказывает помощь в определении темы и разработке структуры проекта, дает рекомендации по подготовке, выбору средств проектирования, обсуждает этапы его реализации. Роль педагога сводится к оказанию методической помощи, а каждый обучающийся учится работать самостоятельно, получать новые знания и использовать уже имеющиеся, творчески подходить к выполнению заданий и представлять свои работы.

Итоговые работы должны быть представлены на конференции, которая проходит в форме защиты проектов, что дает возможность обучающимся оценить значимость своей деятельности, услышать и проанализировать отзывы со стороны сверстников и взрослых.

6.2. Материально-техническое обеспечение

Работа должна производиться в хорошо освещенном, просторном, проветриваемом помещении и в специализированной нанолaborатории.

– Специальный кабинет с двумя лаборантскими со специальным исследовательским оборудованием, кабинет должен быть оснащен химическими столами, посудой, вытяжкой, столами со стульями, компьютерной техникой не менее 1 ПК на 2 ученика.

– Спецодежда – халаты и сменная обувь.

– Наличие образцов конструкционных материалов и химических реактивов, необходимых для проведения исследований и проектных заданий.

Перечень необходимого оборудования и расходных материалов

Для успешного выполнения программы потребуется следующее оборудование, материалы, программное обеспечение и условия. Количество единиц оборудования и материалов приведен из расчета количественного состава группы обучающихся (12 человек). Распределение комплектов оборудования и материалов – 1 комплект на 2-3 обучающихся:

- методические рекомендации, 1 шт. на 2 ученика;
- СЗМ NanoTutor, 1 шт. на 1-3 ученика;
- оптический микроскоп, 1 шт. на 1-5 учеников;

- тестовые калибровочные структуры, 1 шт. на 1-5 учеников;
- технологическая установка для изготовления наноигл;
- видео-проектор;
- ноутбук;
- экран;
- фломастеры;
- набор наночастиц различной природы, набор шампуней, вытяжной шкаф и химические реагенты;
- расходный материал: W проволока, перчатки, дозаторы и т.п.;
- ультразвуковая ванна, 1 шт. на 5-7 учеников;
- центрифуга Eppendorf, 1 шт. на 5-7 учеников;
- активная виброзащита: тяжелый стол или упоры с гранитной плитой, 1 шт. на 2 ученика;
- весы и посуда, 1 шт./набор на 5-7 учеников;
- шлифовальная бумага, полировочные пасты, дремель с насадками (войлок, фетр, резина и т.д.);
- ножницы по металлу;
- химические реактивы: спирт этиловый, серная кислота, фосфорная кислота, пероксид водорода, щавелевая кислота, дистиллированная вода;
- химическая посуда: тигли, бюксы, мерные стаканы и т.д.;
- муфельная печь до 900 градусов по Цельсию;
- виброзащита: активная или пассивная (гранитный стол);
- источник постоянного тока до 180 В. (+крокодильчики);
- вытяжной шкаф;
- USB-оптический микроскоп Levenhuk DTX 50;
- образцы титана (BT1-00, BT6);
- клеточная линия (например, клетки подкожной соединительной ткани мыши линии NCTC L929);
- клеточный блок: инкубатор (термостат) с CO₂, ламинар, холодильник, питательные среды, флуоресцентный инвертированный оптический микроскоп;
- образцы различной бумаги, среди которых должен быть фольгированный картон, металлизированная бумага, цветная фольга, фотобумага, обычная бумага;
- лак для ногтей прозрачный (для защиты нанометок).

6.3. Кадровое обеспечение

Для реализации одного учебного года программы требуется педагог дополнительного образования, имеющий профильное образование в соответствии с реализуемым модулем. Педагог ДО реализует образовательную программу в количестве часов, установленном УТП настоящей программы.

7. МОНИТОРИНГ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

Система отслеживания, контроля и оценки результатов процесса обучения по данной программе имеет три основных элемента:

- Определение начального уровня знаний, умений и навыков обучающихся.
- Текущий контроль в течение учебного года.
- Итоговый контроль.

Входной контроль осуществляется в начале обучения, имеет своей целью выявить исходный уровень подготовки обучающихся.

Входной контроль осуществляется в ходе первых занятий с помощью наблюдения педагога за работой обучающихся.

Текущий контроль проводится в течение учебного года. Цель текущего контроля - определить степень и скорость усвоения каждым ребенком материала и скорректировать программу обучения, если это требуется. Критерий текущего контроля – степень усвоения обучающимися содержания конкретного занятия. На каждом занятии преподаватель наблюдает и фиксирует:

- обучающихся, легко справившихся с содержанием занятия;
- обучающихся, отстающих в темпе или выполняющих задания с ошибками, недочетами;
- обучающихся, совсем не справившихся с содержанием занятия.

Итоговый контроль проводится в конце учебного года. Во время итогового контроля определяется фактическое состояние уровня знаний, умений, навыков ребенка, степень освоения материала по каждому изученному разделу и всей программе объединения.

Формы подведения итогов обучения:

- индивидуальная устная/письменная проверка;
- фронтальный опрос, беседа;
- контрольные упражнения и тестовые задания;
- защита индивидуального или группового проекта;
- выставка работ;
- взаимооценка обучающимися работ друг друга;
- защита проектов.

Уровень сформированности и освоенности навыков выявляется в ходе защит учебных исследовательских работ и проектов. По итогам курса учащиеся выполняют исследовательский проект в одном из направлений современного естествознания и нанотехнологий, учатся работать с заданными ограничениями, переходя от одного уровня к другому.

Оценка результатов.

По итогам составляется таблица отслеживания образовательных результатов, в которой обучающиеся по каждой теме выходят на следующие уровни шкалы оценки:

1. Высокий результат – полное освоение содержания;
2. Средний – базовый уровень;
3. Низкий – освоение материала на минимально допустимом уровне.

Критерии и показатели расписаны в таблице 1.

Таблица 1

| Критерии и показатели | | | |
|--|---|--|---|
| Задачи | Критерий | Показатели | Методы контроля |
| Задачи обучения (1 год обучения) | | | |
| Формировать комплекс общих знаний в области современных естественных наук. | Уровень знаний в области современных естественных наук. | Высокий – имеет высокий уровень общих знаний в области современных естественных наук соответственно своему возрасту. | Защита проекта Наблюдение Беседа Опрос |

| | | | |
|--|--|---|------------------------------------|
| | | Средний – имеет средний уровень общих знаний в области современных естественных наук соответственно своему возрасту. Низкий – имеет низкий уровень общих знаний в области современных естественных наук. | |
| Обучить терминологии и основным понятиям, связанным с наноматериалами и нанотехнологиями. | Уровень владения терминологией и основными понятиями, связанными с наноматериалами и нанотехнологиями. | Высокий – имеет высокий уровень владения основными понятиями: нанотехнологии, наночастицы, наноразмерность, может использовать их в работе. Средний – имеет средний уровень владения основными понятиями: нанотехнологии, наночастицы, наноразмерность, не может использовать их в работе без помощи педагога. Низкий – имеет низкий уровень владения основными понятиями: нанотехнологии, наночастицы, наноразмерность. | Опрос, беседа |
| Обучить методикам, основным принципам, методам исследования объектов и материалов | Уровень владения методиками, основными принципами, методами исследования объектов и материалов | Высокий – знает теоретические принципы оптических методов анализа, владеет методикой постановки эксперимента с помощью этих методов, может самостоятельно провести исследования объектов и материалов. Средний – знает основные принципы оптических методов анализа, испытывает затруднения с постановкой эксперимента с помощью этих методов, может провести исследования объектов и материалов с помощью педагога. Низкий – не знает теоретических принципов оптических методов анализа, не понимает, как провести эксперимент с помощью этих методов, при проведении исследований объектов и материалов требует постоянного контроля педагога. | Беседа, опрос, практическая работа |
| Обучить алгоритмам работы на современном исследовательском оборудовании: оптическом микроскопе | Уровень владения алгоритмами работы на современном исследовательском оборудовании: оптическом микроскопе | Высокий – имеет представление о принципах работы на современном оборудовании, знает алгоритмы работы на оборудовании, может самостоятельно применить знания на практике. Средний – имеет представление о принципах работы на современном оборудовании, не может самостоятельно применить знания на практике. Низкий – не имеет представление о принципах работы на современном оборудовании. | Опрос, беседа, практическая работа |
| Обучать навыкам теоретических и экспериментальных исследований от | Уровень владения навыками теоретических и экспериментальных исследований от | Высокий – владеет навыками теоретических и экспериментальных исследований от постановки цели, определения задач и до реализации | Опрос, практическая работа |

| | | | |
|---|--|--|---|
| постановки цели, определения задач и до реализации цели. | исследований от постановки цели, определения задач и до реализации цели. | цели. Средний – владеет навыками теоретических и экспериментальных исследований от постановки цели до определения задач. Низкий – не владеет навыками теоретических и экспериментальных исследований от постановки цели, определения задач и до реализации цели. | |
| Задачи обучения (2 год обучения) | | | |
| Формировать комплекс общих знаний в области современных естественных наук. | Уровень знаний в области современных естественных наук. | Высокий – имеет высокий уровень общих знаний в области современных естественных наук соответственно своему возрасту, может использовать их в работе. Средний – имеет средний уровень общих знаний в области современных естественных наук соответственно своему возрасту, не может использовать их в работе без помощи педагога. Низкий – имеет низкий уровень общих знаний в области современных естественных наук. | Защита проекта Наблюдение Беседа Опрос |
| Обучить терминологии и основным понятиям, связанных с наноматериалами и нанотехнологиями. | Уровень владения терминологией и основными понятиями, связанными с наноматериалами и нанотехнологиями. | Высокий – имеет высокий уровень владения основными понятиями: нанотехнологии, наночастицы, наноразмерность, нанотрубки, наноглобулы, ДНК, знает о строении атома; может использовать их в работе. Средний – имеет средний уровень владения основными понятиями: нанотехнологии, наночастицы, наноразмерность, нанотрубки, наноглобулы, ДНК, знает о строении атома; не может использовать их в работе без помощи педагога. Низкий – имеет низкий уровень владения основными понятиями: нанотехнологии, наночастицы, наноразмерность, нанотрубки, наноглобулы, ДНК, знает о строении атома. | Опрос |
| Обучить методикам, основным принципам, методам исследования объектов и материалов | Уровень владения методиками, основными принципами, методами исследования объектов и материалов | Высокий – знает теоретические принципы оптических методов анализа и сканирующей электронной микроскопии, владеет методикой постановки эксперимента с помощью этих методов, может самостоятельно провести исследования объектов и материалов. Средний – знает основные принципы оптических методов анализа и сканирующей электронной микроскопии, испытывает затруднения с постановкой эксперимента с помощью этих методов, может | Беседа, опрос |

| | | | |
|--|---|---|---|
| | | <p>провести исследования объектов и материалов с помощью педагога.</p> <p>Низкий – не знает теоретических принципов оптических методов анализа и сканирующей электронной микроскопии, не понимает, как провести эксперимент с помощью этих методов, при проведении исследований объектов и материалов требует постоянного контроля педагога.</p> | |
| <p>Обучить алгоритмам работы на современном исследовательском оборудовании: сканирующем зондовом микроскопе, спектрографе, металлографическом микроскопе</p> | <p>Уровень владения алгоритмами работы на современном исследовательском оборудовании: сканирующем зондовом микроскопе, спектрографе, металлографическом микроскопе</p> | <p>Высокий – имеет представление о принципах работы на современном оборудовании, знает алгоритм работы на оборудовании, может самостоятельно применить знания на практике.</p> <p>Средний – имеет представление о принципах работы на современном оборудовании, не может самостоятельно применить знания на практике.</p> <p>Низкий – не имеет представление о принципах работы на современном оборудовании.</p> | <p>Практическая работа, опрос</p> |
| <p>Обучать навыкам теоретических и экспериментальных исследований от постановки цели, определения задач и до реализации цели.</p> | <p>Уровень владения навыками теоретических и экспериментальных исследований от постановки цели, определения задач и до реализации цели.</p> | <p>Высокий – владеет навыками теоретических и экспериментальных исследований от постановки цели, определения задач и до реализации цели.</p> <p>Средний – частично владеет навыками теоретических и экспериментальных исследований от постановки цели, определения задач и до реализации цели.</p> <p>Низкий – не владеет навыками теоретических и экспериментальных исследований от постановки цели, определения задач и до реализации цели.</p> | <p>Беседа</p> |
| <p>Обучить обучающихся самостоятельно анализировать шахматную позицию, видеть в позиции разные варианты.</p> | <p>Степень самостоятельности при анализе шахматной позиции, умении видеть в позиции разные варианты</p> | <p>Высокий – самостоятельно умеет анализировать позиции и видеть в позиции разные варианты.</p> <p>Средний – анализирует позиции и видит в позиции разные варианты самостоятельно не всегда, пользуется подсказками педагога.</p> <p>Низкий – анализирует позиции только с помощью педагога, не распознает в позиции разные варианты.</p> | <p>Наблюдение, решение шахматных задач, игровая практика, соревнования</p> |
| <p>Развивать навыки обобщения полученной информации, а также навыки поиска необходимой информации в различных источниках и навыки критического мышления.</p> | <p>Уровень владения навыками обобщения полученной информации, а также навыками поиска необходимой информации в различных источниках и навыками критического мышления.</p> | <p>Высокий – обучающийся подготовил сообщение объемом 25-30 предложений, используя различные источники, свободно ведет диалог на заданную тему, отвечает на вопросы по теме сообщения и затрагивая смежные темы.</p> <p>Средний – обучающийся подготовил сообщение объемом 20-25 предложений, может вести беседу по теме сообщения, не выходя за ее</p> | <p>Подготовка обучающимися небольших информационных сообщений на научно-популярные темы</p> |

| | | | |
|--|--|--|---|
| | | рамки. Низкий – обучающийся подготовил сообщение объемом 10 предложений, но читает его с трудом, не понимает его смысл. Вести диалог по теме сообщения он не может. | |
| Задачи развития | | | |
| Развивать интерес к современному естествознанию и новейшим технологиям. | Уровень развития интереса к современному естествознанию и новейшим технологиям. | Высокий – демонстрирует высокий интерес к современному естествознанию, задает уточняющие вопросы. Средний – демонстрирует средний интерес к современному естествознанию. Низкий – мало интересуется к современным естествознанием. | Беседа Наблюдение Опрос |
| Развивать психофизиологические качества обучающихся: память, внимание, логическое, пространственное и аналитическое мышление. | Уровень развития психофизиологические качества обучающихся: память, внимание, логическое, пространственное и аналитическое мышление. | Высокий – высоко развито восприятие, внимание, память, мышление. Средний – развито восприятие, внимание, память, мышление на среднем уровне. Низкий – слабо развито восприятие, внимание, память, мышление. | Наблюдения |
| Развивать познавательную активность и творческую инициативу обучающихся посредством включения их в различные виды конкурсной деятельности. | Уровень развития познавательной активности и творческой инициативы обучающихся посредством включения их в различные виды конкурсной деятельности. | Высокий – сильно развита познавательная активность и творческая инициатива. Средний – развита познавательная активность и творческая инициатива Низкий – познавательная активность и творческая инициатива не развита. | Наблюдения, практические работы, участие в конкурсах |
| Развивать коммуникативную культуру обучающегося, культуру сотрудничества. | Уровень развития коммуникативной культуры обучающегося, культуры сотрудничества. | Высокий – легко общается со сверстниками и педагогом. Средний – общается со сверстниками и педагогом только при необходимости совместной работы. Низкий – трудно идет на контакт. | Наблюдения |
| Задачи воспитания (представлены на основании «Рабочей программе воспитания ГОАУ ДО ЯО ЦДЮТТ на 2022-2024 гг») | | | |
| Сформировать у обучающихся духовно-нравственные и гражданско-правовые ценности, чувство причастности и уважительного отношения к историко-культурному и природному наследию России и малой родины. | Уровень сформированности у обучающихся духовно-нравственных и гражданско-правовых ценностей, чувства причастности и уважительного отношения к историко-культурному и природному наследию России и малой родины | Высокий – обладает сформированной, целостной системой патриотических ценностей; демонстрирует готовность к мирному созиданию и защите Родины. Средний – обладает частично сформированной системой патриотических ценностей; в ряде ситуаций демонстрирует готовность к мирному созиданию и защите Родины. Низкий – не обладает сформированной, целостной системой патриотических ценностей; не демонстрирует готовность к мирному созиданию и | Наблюдение Опрос Портфолио (лист личных достижений обучающихся) |

| | | |
|---|---|---|
| <p>Формировать у обучающихся внутреннюю позицию личности по отношению к окружающей социальной действительности.</p> | <p>Уровень сформированности у обучающихся внутренней позиции по отношению к окружающей социальной действительности</p> | <p>защите Родины. Высокий – демонстрирует способность реализовывать свой потенциал в условиях современного общества, через активную включенность в социальное взаимодействие. Средний – готов демонстрировать способность реализовывать свой потенциал в условиях современного общества. Низкий – не демонстрирует способность реализовывать свой потенциал в условиях современного общества.</p> |
| <p>Формировать мотивацию к профессиональному самоопределению обучающихся, приобщению к социально-значимой деятельности для осмысленного выбора профессии.</p> | <p>Уровень сформированности профессионального самоопределения обучающихся, приобщения к социально-значимой деятельности, демонстрации осмысленного выбора профессии</p> | <p>Высокий – демонстрирует осмысленный выбор профессии, осознает значимость собственного профессионального выбора, видит перспективы профессионального развития в будущем. Средний – демонстрирует выбор профессии, основанный на собственных интересах в настоящий момент, понимает потенциальную значимость собственного профессионального выбора. Низкий – профессионально не самоопределился, не осознает значимость профессионального выбора для себя, не видит перспективы профессионального развития в будущем.</p> |

8. СПИСОК ИНФОРМАЦИОННЫХ ИСТОЧНИКОВ

8.1. Нормативно-правовые документы

1. Государственная программа РФ «Развитие образования» на 2018-2025 годы, утвержденная постановлением Правительства РФ № 1642 от 26.12.2017 г. (с изменениями на 28.01.2021 года) – URL: <http://docs.cntd.ru/document/556183093> (электронный фонд правовой и нормативно-технической документации)
2. Концепция развития дополнительного образования детей до 2030 года, утвержденная распоряжением Правительства РФ от 31.03.2022 года № 678-р. – URL: <http://government.ru/docs/45028/> (Документы - Правительство России).
3. Методические рекомендации по проектированию дополнительных общеразвивающих программ (приложение к письму департамента государственной политики в сфере воспитания детей и молодежи Министерства образования и науки Российской Федерации от 18.11.2015 года № 09-3242). – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_253132/ (официальный сайт справочной правовой системы «КонсультантПлюс»)
4. Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 30.06.2020 № 16 «Об утверждении санитарно-эпидемиологических правил СП 3.1/2.4 3598-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации работы образовательных организаций и других объектов социальной инфраструктуры для детей и молодежи в условиях распространения новой коронавирусной инфекции (COVID-19)» – URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202007030021> (официальный интернет-портал правовой информации)
5. Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 2 ноября 2021 года N 27 «О внесении изменения в пункт 3 постановления Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 30.06.2020 N 16 «Об утверждении санитарно-эпидемиологических правил СП 3.1/2.4.3598-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации работы образовательных организаций и других объектов социальной инфраструктуры для детей и молодежи в условиях распространения новой коронавирусной инфекции (COVID-19)» – URL: <https://docs.cntd.ru/document/726681955?marker> (электронный фонд правовых и нормативно-технических документов)
6. Приказ № 467 от 3 сентября 2019 года «Об утверждении Целевой модели развития региональных систем дополнительного образования детей» – URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201912090014> (официальный интернет-портал правовой информации)
7. Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 09 ноября 2018 г. № 196 «Об утверждении порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам» – URL: <https://base.garant.ru/72116730/> (информационно-правовой портал «Гарант»)
8. Санитарные правила СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи», утв. Главным государственным санитарным врачом РФ от 28.09.2020 № 28. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/74993644/> (информационно-правовой портал «Гарант»)
9. Стратегия развития воспитания в Российской Федерации на период до 2025 года, утвержденная постановлением Правительства РФ от 29.05.2015 г. № 996-р. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70957260/> (информационно-правовой портал «Гарант»)

10. Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» № 273-ФЗ от 29.12.12 года. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174/ (официальный сайт справочной правовой системы «КонсультантПлюс»)
11. Федеральный Закон от 31 июля 2020 г. № 304-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» по вопросам воспитания обучающихся». – URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202007310075> (официальный интернет-портал правовой информации)

8.2. Информационные источники для педагогов по модулю «Нанотехнологии»

1. Гудилин, Е.А. Богатство Наномира. Фоторепортаж из глубин вещества / под ред. Ю.Д. Третьякова. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. – 171 с.
2. Гусев, А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии / А.И. Гусев. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 416 с.
3. Дубровский, В.Г. Теоретические особенности технологии полупроводниковых наноструктур / В.Г. Дубровский. – СПб.: Санкт-Петербургский гос. ун-т, 2007. – 343 с.
4. Журнал «Квант» за 1970 – 2007 гг. – М.: Наука.
5. Мишкеевич, Г. Рабочая грань алмаза / Г. Мишкеевич. – Ленинград: ЛЕНИЗДАТ, 1982.
6. Мухин, М. Наноквантум тулkit / М. Мухин, И. Мухин, А. Голубок. – М.: Фонд новых форм развития образования, 2017 – 128 с.
7. Нанотехнологическое общество России. – URL: <http://www.ntsр.info/internet/>
8. Новые материалы. / под редакцией Ю.С. Карабасова. – М.: МИСИС, 2002. – 736 с.
9. Сергеев, Г.Б. Нанохимия / Г.Б. Сергеев. – М.: МГУ, 2007.
10. Словарь нанотехнологических и связанных с нанотехнологиями терминов / под ред. С.В. Калюжного. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010.
11. Сонин, А.С. Дорога длиною в век: Из истории открытия и исследования жидких кристаллов / А.С. Сонин. – М.: Наука, 1988.
12. Суздаев, И.П. Нанотехнология: физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов / И.П. Суздаев. – М.: КомКнига, 2006. – 592 с.

8.3. Дополнительная литература

1. Roach M.D., Williamson R.S., Blakely I.P., Didier L.M. Tuning anatase and rutile phase ratios and nanoscale surface features by anodization processing onto titanium substrate surfaces. *Materials Science and Engineering*. С. 58 (2016), 213–223.
2. Анатомия волоса. – URL: <http://www.trichology.ru/index.php?page=1069233949492512>.
3. Болезни волос. – URL: <http://surgeryzone.net/medicina/bolezni-volos.html>.
4. Волосы человека: строение волос, химический состав здорового волоса, стержень волоса, структура и рост волос, жизненный цикл волос – URL: <http://www.inmoment.ru/beauty/beautiful-body/hair-man>.
5. Кекин А., Ковалев А. и соавт. Аппаратурные средства проверки подлинности документов на основе оптического метода неразрушающего контроля. (статья в журнале). – URL: <http://www.bre.ru/security/22938.html>.
6. Методы и оборудование для определения подлинности денежных знаков и ценных бумаг (статья в журнале). [– URL: <http://bankir.ru/publikacii/20050804/metodi-joborydovanie-dlya-opredeleniya-podlinnosti-deneznih-znakov-i-cennih-bymag1364377/>].
7. Миронов, В.Л. Основы сканирующей зондовой микроскопии (учебное пособие). – URL: https://www.ntmtd-si.ru/data/media/files/brochures/osnovy_skaniruyushcej_zonдовой_mikroskopii.pdf.

8. Новые подробности из жизни волосяного фолликула. – URL: <https://biomolecula.ru/articles/novye-podrobnosti-iz-zhizni-volosianogo-follikula>.
9. Основы взаимодействия биологических тканей с искусственными материалами. – URL: http://www.ispms.ru/files/Publications/sharkeev_2013/pdf/5_1.pdf.
10. Попова Л.М. Введение в нанотехнологию. – URL: <http://www.nizrp.narod.ru/metod/kaforgchem/1.pdf>.
11. Попова, Л.М. Введение в нанотехнологию (учебное пособие). – URL: <http://www.nizrp.narod.ru/metod/kaforgchem/1.pdf>.
12. Применение зондовой микроскопии в нанотехнологиях (презентация). – URL: <http://www.myshared.ru/slide/531483>.
13. Савич, В.В. Модификация поверхности титановых имплантатов и её влияние на их физико-химические и биомеханические параметры в биологических средах / В.В. Савич, Сарока Д.И., Киселев М.Г., Макаренко М.В. – Минск: Издательский дом «Белорусская наука», 2012. – 245 с.
14. Средства для волос во всём своём многообразии для ухода, лечения и укладки локонов любого типа – URL: <http://beautiface.net/uhod/za-volosami/sredstva.html>.
15. Строение волос человека. Волосы: строение и функции. – URL: <https://www.syl.ru/article/154065/new-stroenie-volos-cheloveka-volosyi-stroenie-ifunktsii>.
16. Трухачев В.В., Сергеев М.Б. Технологии защиты денежных знаков и ценных бумаг (учебное пособие). – URL: <http://guap.ru/guap/kaf44/trud/truhachev-sergeev.pdf>.
17. Химические методы получения наноструктур. – URL: http://www.elch.chem.msu.ru/rus/mfti/mfti09_8.pdf.