

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

Детский технопарк «Кванториум»

Утверждаю:

Директор ГОАУ ДО ЯО ЦДОУТ

Машева

22 мая 2024 года



Согласовано:

Методический совет

от 22 мая 2024 года

Протокол № 15/06-10

Естественнонаучная направленность

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа



НАНОКВАНТУМ

«Нанотехнологии»

Возраст обучающихся: 10-18 лет

Срок реализации: 2 года, 504 часа

Автор-составитель:

Петрова Ольга Вячеславовна,
педагог дополнительного образования

Консультант:

Поварова Ирина Федоровна,
заместитель директора по
инновационной и методической работе

Исполнители:

Педагоги ДО: Петрова О.В.,
Мищенко М.В., Смирнов Н.В.,
Потемкина В.И., Титова И.И.

г. Рыбинск

2024 год

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА	3
1.1. Цель и задачи.....	7
1.2. Ожидаемые результаты	9
1.3. Особенности организации образовательного процесса	12
2. УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН	13
2.1. Учебно-тематический план первого года обучения	13
2.2. Учебно-тематический план второго года обучения	15
3. КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК.....	18
4. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ.....	19
4.1. Содержание первого года обучения.....	19
4.2. Содержание второго года обучения.....	22
5. ВОСПИТАТЕЛЬНАЯ РАБОТА	28
6. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОГРАММЫ.....	29
7. МОНИТОРИНГ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ	33
8. СПИСОК ИНФОРМАЦИОННЫХ ИСТОЧНИКОВ	44
8.1. Нормативно-правовые документы	44
8.2. Информационные источники для педагогов.....	45
8.3. Информационные источники для обучающихся.....	47
8.4. Дополнительная литература по модулю «Нанотехнологии»	49

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Нанотехнологии» разработана в соответствии с:

- Федеральным законом от 29 декабря 2012 года № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (в редакции от 25.12.2023);
- Федеральным Законом от 31 июля 2020 года № 304-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» по вопросам воспитания обучающихся»;
- приказом Министерства просвещения РФ от 27 июля 2022 года № 629 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам»;
- концепцией развития дополнительного образования детей до 2030 года, утвержденной распоряжением Правительства РФ от 31 марта 2022 года № 678-р;
- санитарными правилами СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи», утвержденными Главным государственным санитарным врачом РФ от 28 сентября 2020 года № 28;
- методическими рекомендациями по проектированию дополнительных общеразвивающих программ (приложение к письму департамента государственной политики в сфере воспитания детей и молодежи Министерства образования и науки РФ от 18 ноября 2015 года № 09-3242);
- государственной программой РФ «Развитие образования» на 2018-2025 годы, утвержденной постановлением Правительства РФ от 26 декабря 2017 года № 1642 (с изменениями на 28 января 2021 года);
- стратегией развития воспитания в Российской Федерации на период до 2025 года, утвержденной постановлением Правительства РФ от 29 мая 2015 года № 996-р;
- приказом Министерства образования и науки РФ от 23 августа 2017 года № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ»;
- распоряжением Министерства просвещения РФ от 25 декабря 2019 года № Р-145 «Об утверждении методологии (целевой модели) наставничества обучающихся для организаций, осуществляющих образовательную деятельность по общеобразовательным, дополнительным общеобразовательным и программам среднего профессионального образования, в том числе с применением лучших практик обмена опытом между обучающимися»;
- приказом Министерства просвещения РФ от 3 сентября 2019 года № 467 «Об утверждении Целевой модели развития региональных систем дополнительного образования детей»;
- указом Президента Российской Федерации от 07.05.2024 № 309 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года»;
- Уставом ГОАУ ДО ЯО Центра детско-юношеского технического творчества.

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 «Полюс-НТ». 2016-2017 гг., ЦМИТ «STEM-Байкал».

По уровню организации образовательного процесса – программа модульная, содержит в себе 3 самостоятельных модуля. В первый год обучения реализуются модули: «Нанотехнологии», «Шахматы», «Прикладная математика»; во второй год обучения – «Нанотехнологии», «3D моделирование», «Технический английский язык».

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

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. Выполняя исследовательскую или проектную работу, обучающиеся приобретают навыки исследовательской работы, изучают литературу, осваивают новые методики, анализируют полученные результаты и на основе проведенных исследований осуществляют литературное оформление исследовательской или проектной работы. 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} ÷ 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 наноиндустрию 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.

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 наноиндустрии в России»).

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.

1.1. Цель и задачи

Модуль	Цель модуля	Задачи обучения	Задачи развития	Задачи воспитания
Модуль «Нанотехнологии» (1-2 год обучения)	Формирование у обучающихся современных представлений о наноматериалах и наносистемах, базовых знаний и умений в области современного материаловедения и нанотехнологий	1. Формировать комплекс общих знаний в области современных естественных наук. 2. Обучить терминологии и основным понятиям, связанные с наноматериалами и нанотехнологиями. 3. Обучить современным представлениям и методикам основных принципов, методах исследования объектов и материалов. 4. Обучить алгоритму работе на современном исследовательском оборудовании: сканирующем зондовом микроскопе, спектрографе, оптическом микроскопе и т.п. 5. Обучать навыкам теоретических и экспериментальных исследований от постановки цели, определения задач и до реализации цели.	1. Развивать интерес к современному естествознанию и новейшим технологиям. 2. Развивать психофизиологические качества обучающихся: память, внимание, логическое, пространственное и аналитическое мышление, в том числе посредством игры в шахматы и занятий прикладной математикой. 3. Развивать познавательную активность и творческую инициативу обучающихся посредством включения их в различные виды конкурсной деятельности. 4. Развивать коммуникативную	Задачи воспитания формулируются на основании «Рабочей программе воспитания ГОАУ ДО ЯО ЦДЮТТ на 2022-2024 гг»: 1. Формировать у обучающихся духовно-нравственные, гражданско-правовые ценности, чувство причастности и уважительного отношения к историко-культурному и природному наследию России и малой родины. 2. Формировать у обучающихся внутреннюю позицию личности по отношению к окружающей социальной действительности.
Модуль «Прикладная математика» (развивающий блок, 1год обучения)	Формирование у обучающихся общих и математических навыков и компетенций, необходимых для проектной работы (умение сотрудничать, способность к взаимодействию, организованность, умение решать проблемы, владение методами обработки данных, основами	1. Обучать основам комбинаторики, теории множеств, математической логики, теории вероятности. 2. Обучать теории графов и поиска кратчайшего пути, основам технологии решения транспортных задач. 3. Обучать методам обработки данных, основам построения математических моделей с использованием численных методов. 4. Обучать навыку поиска и обработки информации, используя различные источники.	3. Развивать познавательную активность и творческую инициативу обучающихся посредством включения их в различные виды конкурсной деятельности. 4. Развивать коммуникативную	2. Формировать у обучающихся внутреннюю позицию личности по отношению к окружающей социальной действительности.

	построения математических моделей с использованием численных методов).		культуру обучающегося, культуру сотрудничества.	Формировать мотивацию к профессиональному самоопределению обучающихся, приобщению к социально-значимой деятельности для осмысленного выбора профессии.
Модуль «Шахматы» (развивающий блок, 1 год обучения)	Развитие интеллектуальных и творческих способностей детей посредством обучения игре в шахматы.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Обучить понятиям и правилам шахматной игры. 2. Обучить приёмам тактики и стратегии шахматной игры. 3. Обучить решать шахматные комбинации на разные темы. 4. Обучить обучающихся самостоятельно анализировать шахматную позицию, видеть в позиции разные варианты. 		
Модуль «Технический английский язык» (развивающий блок, 2 год обучения)	Формирование и развитие речевых, интеллектуальных и познавательных способностей обучающихся в процессе изучения технического английского языка.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Обучать основной технической терминологии на английском языке. 2. Обучать алгоритму чтения и перевода технической литературы на английском языке. 3. Обучать навыку говорения на английском языке с использованием технической терминологии. 4. Обучать навыку восприятия английской речи с использованием технической терминологии. 5. Развивать навыки обобщения полученной информации, а также навыки поиска необходимой информации в различных источниках и навыки критического мышления. 		
Модуль «3D моделирование» (развивающий блок, 2 год обучения)	Формирование базовых знаний и умений в области черчения и работы в CAD системах, технологий 3D моделирования, 3D	<ol style="list-style-type: none"> 1. Обучить основам технического черчения на плоскости (2D); 2. Обучить навыкам объемного моделирования (3D) 3. Обучить подготовке заданий для лазерной резки с учётом особенностей 		

	печати и практического применения полученных навыков в создании моделей.	данного способа обработки; 4. Обучить навыкам 3D печати и обслуживанию 3D принтеров, работающих по технологии FDM; 1. Обучить навыкам механической обработки, склейки, окраски.		
--	--	---	--	--

1.2. Ожидаемые результаты

Ожидаемыми результатами освоения обучающимися модулей программы по соответствующим аспектам являются:			
Модуль	Образовательный аспект	Развивающий аспект	Воспитательный аспект
Модуль «Нанотехнологии»	<p><i>1 год обучения:</i> 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; – 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); – выбирать объект исследования, формулировать рабочую гипотезу. <p><i>2 год обучения:</i> Обучающиеся должны знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – новые понятия и задачи современного естествознания, а также перспективы развития нанотехнологий; 	<p>1. Демонстрация интереса к современному естествознанию и новейшим технологиям.</p> <p>2. Развитие психофизиологических качеств обучающихся: память, внимание, логическое, пространственное и аналитическое мышление, в том числе посредством игры в шахматы и занятий прикладной математикой;</p> <p>3. Развитие познавательной активности и творческой инициативы</p>	<p>Ожидаемыми результатами обучающимися по воспитательному аспекту формулируются на основании «Рабочей программе воспитания ГОАУ ДО ЯО ЦДЮТТ на 2022-2024 гг».</p> <p>К концу освоения образовательной программы обучающийся будет демонстрировать сформированные уровни:</p> <p>1. Духовно-нравственных и гражданско-правовых ценностей,</p>

	<ul style="list-style-type: none"> – углубить знания по особенностям 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; – уметь отличать исследовательскую работу и продуктовый проект. <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); <p>выбирать объект исследования, формулировать рабочую гипотезу, проверять ее и оценить достоверность полученных результатов.</p>	<p>обучающихся посредством включения их в различные виды конкурсной деятельности.</p> <p>4. Развитие коммуникативной культуры обучающегося, культуры сотрудничества.</p>	<p>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>
<p>Модуль «Прикладная математика» (развивающий блок)</p>	<p>1. Знание основ комбинаторики, теории множеств, математической логики, теории вероятности, теории графов.</p> <p>2. Умение использовать инструменты Microsoft Excel, владение методами обработки данных, знание способов построения математических моделей.</p> <p>3. Владение навыком поиска и обработки информации.</p>		
<p>Модуль «Шахматы» (развивающий блок)</p>	<p><i>Знание:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. шахматных терминов и шахматных фигур, понятий и правил шахматной игры; 2. сравнительной ценности фигур (абсолютной и относительной); 3. истории шахмат и выдающихся шахматистов; 4. приёмов тактики и стратегии шахматной игры. <p><i>Умение:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. записывать шахматную партию; 2. решать шахматные комбинации на разные темы; 		

	3. самостоятельно анализировать шахматную позицию, видеть в позиции разные варианты.		
Модуль «Технический английский язык» (развивающий блок)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Владение основной технической терминологией на английском языке; 2. Владение и умение применять алгоритм чтения и перевода технической литературы на английском языке; 3. Владение навыком говорения на английском языке с использованием технической терминологии; 4. Владение навыком восприятия английской речи на английском языке с использованием технической терминологии. 5. Владение навыками обобщения полученной информации, а также навыками поиска необходимой информации в различных источниках и навыками критического мышления. 		
Модуль «3D моделирование» (развивающий блок, 2 год обучения)	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - технику безопасности и правила поведения при работе с оборудованием; - основы технического черчения на плоскости (2D) и построения 3D моделей в CAD системах; - принципы работы, устройство и основные настройки 3D принтеров; - правила оформления чертежей по нормам ЕСКД <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - искать, и анализировать информацию; - создавать, редактировать и преобразовывать 3D модели; - создавать грамотные чертежи; - изготовить изделие по созданному чертежу или модели с помощью 3D принтера или подготовить задание для станка лазерной резки. - дорабатывать, окрашивать, собирать изделия. - грамотно выбирать технологии, материалы для создания изделия. - применять знания, умения и навыки по 3D моделированию и прототипированию при подготовке научно-исследовательских и инженерных проектов. 		

1.3. Особенности организации образовательного процесса

Срок реализации программы: программа рассчитана на 2 года обучения. 216 академических часов на первый учебный год, из которых 144 часа посвящены изучению непосредственно предмета по основному модулю «Нанотехнологии», а 72 часа отводятся на развивающий блок программы (36 часов модуль «Шахматы» и 36 часов модуль «Прикладная математика»). 288 академических часов на второй учебный год, из которых 216 часов посвящены изучению непосредственно предмета по основному модулю «Нанотехнологии», а 72 часа отводятся на развивающий блок программы (36 часов модуль «3D моделирование» и 36 часов модуль «Технический английский язык»).

Режим занятий: занятия на первом году обучения проводятся 2 раза в неделю по 2 академических часа с перерывом 10 минут, 3-е занятие в неделю (по 2 академических часа) отводится на развивающий блок программы. Занятия на втором году обучения проводятся 2 раза в неделю по 3 академических часа с перерывом 10 минут, 3-е занятие в неделю (по 2 академических часа) отводится на развивающий блок программы.

Занятия проводятся в кабинете, оборудованном согласно санитарным правилам СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи», утвержденными Главным государственным санитарным врачом РФ от 28 сентября 2020 года № 28.

Возраст обучающихся: 10-18 лет (4-11 классы общеобразовательных организаций).

Программа не адаптирована для обучающихся с ОВЗ.

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.

Основа программы – междисциплинарный практикум по естествознанию «Практик» (базовый уровень) и междисциплинарный практикум по естествознанию и нанотехнологии «Нанолаб» (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.

2. УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

2.1. Учебно-тематический план первого года обучения

№	Раздел	Количество часов			Форма аттестации/ контроля
		Теория	Практика	Всего	
Модуль «Нанотехнологии»					
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	20	32	52	
5.1	Теория и практика. Выращивание кристаллов	8	8	16	Практическая работа
5.2	Изучение свойств кристаллов	5	5	10	Наблюдение
5.3	Подготовка проектных и конкурсных работ. Образовательные экскурсии.	6	18	24	Наблюдение Беседа
5.4	Защита проектов	1	1	2	Защита проекта
ИТОГО по модулю «Нанотехнологии»:		66	78	144	
Модуль «Прикладная математика» (развивающий блок)					
1.	Введение в математику.	1	1	2	Вводный тест.
2.	Высшая математика	8	6	14	
2.1	Теория множеств	1	1	2	Устный опрос

2.2	Математическая логика	1	1	2	Устный опрос
2.3	Теория вероятности	1	1	2	Практическое задание
2.4	Комбинаторика	1	1	2	Индивидуальные карточки с заданиями различного типа
2.5	Теория графов	1	2	3	Практическое задание
2.6	Матрицы	2	1	3	Индивидуальные карточки с заданиями различного типа
3.	Математика в Microsoft Excel	6	8	14	
3.1	Работа с листами. Ввод данных и их форматирование	1	1	2	Практическое задание
3.2	Математические функции	2	1	3	Практическое задание
3.3	Логические функции	1	2	3	Практическое задание
3.4	Статистические функции	1	2	3	Практическое задание
3.5	Аналитические инструменты Excel	1	2	3	Практическое задание
4.	Практическая работа с использованием изученных методов		4	4	Зачет в форме практического задания
5.	Итоговое занятие	1	1	2	Тестирование
ИТОГО по модулю «Прикладная математика» (развивающий блок):		15	21	36	
Модуль «Шахматы» (развивающий блок)					
1.	Вводное занятие	1	1	2	–
2.	Правила шахматной игры. Простейшие сведения об окончаниях	2	4	6	Решение шахматных задач
3.	Дебют и его характеристика	2	4	6	Решение шахматных задач
4.	Миттельшпиль и эндшпиль	1	3	4	Решение шахматных задач
5.	Шахматная композиция (задачи и этюды)	1	3	4	Решение шахматных задач

6.	Чемпионы мира. Российская шахматная школа.	1	3	4	Решение шахматных задач
7.	Шахматная практика: тренировочные партии и сеансы одновременной игры	–	10	10	Решение шахматных задач
ИТОГО по модулю «Шахматы» (развивающий блок):		8	28	36	
ИТОГО ПО ПРОГРАММЕ ЗА ПЕРВЫЙ ГОД ОБУЧЕНИЯ:		95	121	216	

2.2. Учебно-тематический план второго года обучения

№	Раздел	Количество часов			Форма аттестации/контроля
		Теория	Практика	Всего	
Модуль «Нанотехнологии»					
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	Изучение свойств лецитина в качестве основы наноструктур – липосом	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 по заданным темам на конкурсы	4	10	14	Доклад
12	Изучение свойств поливинилового спирта	8	6	14	Наблюдения, беседа
13	Изучение различных видов фильтров для очистки воды	4	10	14	Практическая работа
14	Решение кейсов по заданию «Кванториады» или подобных конкурсов	6	8	14	Практическая работа
15	Подготовка работ к участию в конкурсах, соревнованиях, хакатонах и т.д. Образовательные экскурсии.	3	7	10	Наблюдение, результат соревнования
16	Самостоятельная работа по выбранной теме.	4	10	14	Беседа, доклад, защита работы
ИТОГО по модулю «Нанотехнологии»:		78	138	216	
Модуль «Технический английский язык» (развивающий блок)					
1.	Вводное занятие	1	1	2	Опрос
2.	Жизнь в цифровую эпоху	1	1	2	Практические задания
3.	Составные части компьютера	1	1	2	Практические задания
4.	Устройства ввода данных на компьютере	1	1	2	Практические задания
5.	Поймай изображение! Лови момент! Capture! (сканеры, фотоаппараты, видеокамеры).	2	2	4	Практические задания
6.	Типы мониторов	1	1	2	Практические задания
7.	Эргономика. Правила работы за компьютером	1	1	2	Практические задания
8.	Занятие по обобщению и систематизации новой лексики	1	1	2	Практические задания
9.	Типы принтеров. Их возможности	2	2	4	Практические задания
10.	Информационные технологии для людей с ограниченными возможностями	2	2	4	Практические задания
11.	Предлоги места: at, on, in	2	2	4	Практические задания

12.	Предлоги времени: at, on, in	1	1	2	Практические задания
13.	Подготовка презентации проектной работы на английском языке	1	1	2	Практические задания
14.	Итоговое занятие. Диагностическая работа	1	1	2	Практические задания
ИТОГО по модулю «Технический английский язык» (развивающий блок):		18	18	36	
Модуль «3D-моделирование» (развивающий блок)					
1	Введение. Техника безопасности	1	1	2	Опрос
2	Кейс «Шкатулка»	2	8	10	Практическое задание
3	Кейс «Брелок»	2	2	4	Практическое задание
4	Кейс «Механизмы»	2	10	12	Практическое задание
5	Чертежи	2	4	6	Практическое задание
6	Подведение итогов	1	1	2	Обсуждение, анализ
ИТОГО по модулю «3D-моделирование»:		10	26	36	
ИТОГО ПО ПРОГРАММЕ ЗА ВТОРОЙ ГОД ОБУЧЕНИЯ:		106	182	288	

3. КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК

Первый год обучения

Начало занятий – 2 сентября

Окончание занятий – 31 мая

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

Второй год обучения

Начало занятий – 2 сентября

Окончание занятий – 31 мая

№	Всего учебных недель	Всего учебных дней	Объем учебных часов	Режим работы
1	36	108	288	2 раза в неделю по 3 ак. часа (нано) и 1 раз в неделю по 2 ак. часа развивающий модуль

4. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

4.1. Содержание первого года обучения

Модуль «Нанотехнологии»

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): Игровое обучение по теме занятия.

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): Игровое обучение по теме занятия.

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, измерения электропроводности, возможности мультиметра.

5. Четвертый цикл. Нанолаб. Физика и химия поверхности (52 часа)_

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. Эффект этот известен очень давно, например, переливы мыльных пленок или иризация опалов. Но только с появлением электронных микроскопов и технологий, способных заглянуть в мир материи на уровне микро- и нанометров их удалось понять. Одни из самых интересных объектов нанотехнологий - фотонные кристаллы, которые позволяют управлять цветом путем создания упорядоченных поверхностных структур.

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

5.3. Подготовка проектных и конкурсных работ (24 часа)

Теория (6 часов): Алгоритм работы над проектом. Этапы проекта. Презентация проекта.

Практика (18 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, работа с экспертами.

5.4. Защита проектов (2 часа)

Теория (1 час): Презентация проекта: алгоритм.

Практика (1 час): Представление результатов собственных исследований.

Модуль «Прикладная математика» (развивающий блок)

1. Введение в математику (2 часа)

Теория (1 час): Основные разделы математики; объекты, изучаемые математикой, математическая модель; применение разделов математики в различных профессиях. Техника безопасности, правила поведения.

Практика (1 час): Головоломки, тематический кроссворд.

2. Высшая математика (14 часов)

Тема 2.1. Теория множеств (2 часа)

Теория (1 час): Понятия множества, подмножества; действия с множествами.

Практика (1 час): Решение задач с помощью теории множеств.

2.2. Математическая логика (2 часа)

Теория (1 час): Высказывание, как объект изучения математической логики, действия с высказываниями.

Практика (1 час): Решение задач с применением математической логики.

2.3. Теория вероятности (2 часа)

Теория (1 час): Основная формула вероятности.

Практика (1 час): Поиск процессов, отражающих вероятностный подход,

2.4. Комбинаторика (2 часа)

Теория (1 час): Перебор, как основной способ решения в комбинаторике. Перестановки и сочетания. Факториал числа.

Практика (1 час): Решение комбинаторных задач.

2.5. Теория графов (3 часа)

Теория (1 час): Основы теории графов, транспортная задача.

Практика (2 часа): Применение метода поиска кратчайшего пути.

2.6. Матрицы (3 часа)

Теория (2 часа): Определение матрицы, действия с матрицами.

Практика (1 час): Матричный тренажер.

3. Математика в Microsoft Excel (14 часов)

3.1 Работа с листами. Ввод данных и их форматирование (2 часа)

Теория (1 час): Элементы книги Excel, методы ввода и форматирования данных, работа с разными видами меню.

Практика (1 час): Практическая работа №1, первая часть.

3.2 Математические функции (3 часа)

Теория (2 часа): Основные математические функции.

Практика (1 час): Практическая работа №1, вторая часть.

Логические функции (3 часа)

Теория (1 час): Основные логические функции.

Практика (2 часа): Практическая работа № 2.

3.4 Статистические функции (3 часа)

Теория (1 час): Основные статистические функции.

Практика (2 часа): Практическая работа № 3.

Аналитические инструменты Excel (3 часа)

Теория (1 час): Инструмент «Таблица», сортировка, группировка, фильтрация, срезы данных.

Практика (2 часа): практическая работа № 4.

4. Практическая работа с использованием изученных методов (4 часа)

Практика (4 час): Практикум по формулам Excel с повышением уровня сложности.

5. Итоговое занятие (2 часа)

Теория (1 час): Повторение пройденного материала, решение занимательных задач.

Практика (1 час): Итоговое тестирование.

Модуль «Шахматы» (развивающий блок)

1. Вводное занятие

Теория (1 час): Введение в программу «Шахматы». Знакомство с содержанием программы. Инструктаж по технике безопасности. Правила поведения в кабинете, на улице. Правила дорожного движения.

История происхождения шахмат. Легенды о шахматах.

Шахматная доска; Шахматные фигуры; Начальное положение. Понятие о горизонтали, вертикали, диагонали. Знакомство с шахматными фигурами и их функциями в игре. Расстановка шахматных фигур.

Практика (1 час): Игровая практика.

2. Правила шахматной игры. Простейшие сведения об окончаниях

Теория (2 часа): Различные системы проведения шахматных соревнований. Правила игры. Правила турнирного поведения. Различные виды пешечных окончаний.

Практика (4 часа): Решение шахматных задач. Игровая практика.

3. Дебют и его характеристика

Теория (2 часа): Дебют - начальная стадия шахматной партии. Три вида дебютов: открытые, полуоткрытые, закрытые.

Практика (4 часа): Решение шахматных задач. Игровая практика.

4. Миттельшпиль и эндшпиль

Теория (1 час): Основы миттельшпиля. Самые общие рекомендации о том, как играть в середине шахматной партии. Тактические приемы. Связка в миттельшпиле. Двойной удар. Открытое нападение. Открытый шах. Двойной шах. Матовые комбинации на мат в 3 хода. Комбинации для достижения ничьей. Основы эндшпиля. Элементарные окончания. Самые общие рекомендации о том, как играть в эндшпиле. Тактические приемы.

Практика (3 часа): Решение шахматных задач. Игровая практика.

5. Шахматная композиция (задачи и этюды)

Теория (1 час): Шахматная композиция – особая область творческой деятельности в шахматах. Различают два вида шахматной композиции: задачи – искусственные позиции

с целью поставить мат в указанное число ходов, и этюды – позиции, близкие к игровым, в которых требуется найти путь к выигрышу или ничье.

Практика (3 часа): Разбор специально подобранных позиций, решение тематических этюдов.

6. Чемпионы мира. Российская шахматная школа

Теория (1 час): Великие шахматисты мира и России. «Русская шахматная школа» – лидирующая в России сеть шахматных школ международного класса для детей и взрослых. Методика обучения создана при участии гроссмейстеров, педагогов и психологов высокого уровня. Программа включает весь цикл профессионального и дополнительного шахматного образования. Примеры партий различных гроссмейстеров.

Практика (3 часа): Игровая практика. Анализ партий.

7. Шахматная практика: тренировочные партии и сеансы одновременной игры

Практика (10 часов): Закрепление теоретических знаний. Игровая практика. Правила проведения соревнований. Подготовка к соревнованиям. Участие в соревнованиях различного уровня.

4.2. Содержание второго года обучения

Модуль «Нанотехнологии»

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. 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. Изучение свойств лецитина в качестве основы наноструктур – липосом (14 часов)

Теория (8 часов): Теория синтеза липосом. Принципы, методы, история открытия.

Практика (6 часов): Изучение липосомных технологий для применения в таких отраслях, как медицина, косметология, фармакология. Изучение инкапсулирования в липосомы биологически активных веществ. Выявление структурных особенностей липосом с помощью оптических микроскопов и сканирующей зондовой микроскопии.

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 гентгено-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 по заданным темам на конкурсы (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 гентгено-флюоресцентного анализатора «Панда»

12. Изучение свойств поливинилового спирта (14 часов)

Теория (8 часов): Теория по изучению физико-химических и технологических характеристик спирта поливинилового.

Практика (6 часов): Изучение метода синтеза ПВС реакцией щелочного/кислотного гидролиза. Изучение взаимодействия ПВС с наночастицами серебра. Исследование образцов с помощью СЗМ.

13. Изучение различных видов фильтров для очистки воды (14 часов)

Теория (4 часа): Теория по изучению различных видов фильтров для очистки воды – кувшины, фильтры обратного осмоса, магистральные, картриджные, проточные и биологические фильтры.

Практика (10 часов): Практическая работа с определённым видом фильтра для очистки воды. Исследование образцов воды и слоёв фильтра до и после очистки с помощью аналитических методов, включая рентгено-флюоресцентный анализ.

14. Решение кейсов по заданию «Кванториады» или подобных конкурсов (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.

Модуль «Технический английский язык» (развивающий блок)

1. Вводное занятие (2 часа)

Теория (1 час): Знакомство с целями обучения. Органы речи. Звуки. Артикуляция согласных звуков.

Практика (1 час): Говорение, аудирование. Рассказ о себе. Грамматика, фонетика, лексика.

2. Жизнь в цифровую эпоху (2 часа)

Теория (1 час):

- изучение базовой лексики по теме применения цифровых технологий в современных условиях (чтение текста The digital age);

- расширение словарного запаса по общеупотребительной лексике (использование компьютеров в образовании, науке, банках, библиотеках, аэропортах и т.д.);

- диалогическая речь: какую работу выполняют компьютеры в нашей жизни;

- словосочетания, устойчивые выражения;

- настоящее простое время (Present Simple), глагол to be.

Практика (1 час): Говорение, аудирование. Грамматика, фонетика, лексика.

3. Составные части компьютера (2 часа)

Теория (1 час):

- типы компьютеров (суперкомпьютер, ПК, планшет, ноутбук, PDA);

- работа с текстом What is a computer? (лексика: термины, касающиеся названий составных частей компьютера – материальной части и программного обеспечения);

- проведение параллелей в области заимствований слов (слова-друзья из английского языка, схожие по написанию, звучанию и смыслу);

- умение находить синонимы и синонимичные выражения по описаниям;

- умение описывать рисунок, составить рассказ по рисунку;

- закрепление в речи выражений, обозначающих классификацию предметов и явлений по какому-либо признаку;
- прием-игра «Назови слово на последнюю букву слова товарища» (играем по цепочке по аналогии с игрой в названия городов);
- идиомы в английском языке – test your idioms (тест на знание фразеологизмов английского языка); обсуждение результатов;
- грамматика: построение предложения в английском языке; словообразование, многозначные слова, однокоренные слова; построение выражений с целью классификации предметов и явлений.

Практика (1 час): Говорение, аудирование. Грамматика, фонетика, лексика.

4. Устройства ввода данных на компьютере (2 часа)

Теория (1 час):

- виды устройств ввода информации на компьютер – работа с изображениями;
- построение грамматических конструкций, описывающих функции и возможности устройства;
- клавиатура: классификация клавиш; работа над поиском синонимов к словам и выражениям в задании учебника;
- действия компьютерной мыши: работа с текстом Mouse actions, в котором требуется вставить нужные слова (новая лексика).

Практика (1 час): Говорение, аудирование. Грамматика, фонетика, лексика.

Работа в парах: игра «Загадай другу устройство, не называя его, а описывая».

5. Поймай изображение! Лови момент! Carpe diem! (сканеры, фотоаппараты, видеокамеры) (4 часа)

Теория (2 часа):

- виды устройств ввода информации на компьютер – работа с изображениями;
- построение грамматических конструкций, описывающих функции и возможности устройства;
- клавиатура: классификация клавиш; работа над поиском синонимов к словам и выражениям в задании учебника;
- действия компьютерной мыши: работа с текстом Mouse actions, в котором требуется вставить нужные слова (новая лексика);
- грамматика: образование превосходной степени сравнения прилагательных; отработка и тренировка употребления прилагательных в превосходной степени в устной и письменной речи;
- словообразование прилагательных и существительных;
- работа с текстом пресс-релиза Kodak, заполнение пропусков в тексте, отработка полученных знаний и умений.

Практика (2 часа): Говорение, аудирование. Грамматика, фонетика, лексика.

Работа в парах: игра «Загадай другу устройство, не называя его, а описывая».

Защита проекта «Фотокамера будущего», выступления учащихся со своими рекламными текстами.

6. Типы мониторов (2 часа)

Теория (1 час):

- введение в тему, ответы на вопросы;
- работа с новой лексикой, заполнение пропусков в предложениях учебника подходящими по смыслу новыми словами;
- работа с текстом How screen displays work, ответы на вопросы УМК;
- отработка новой лексики в устных и письменных играх.

Практика (1 час): Говорение, аудирование. Грамматика, фонетика, лексика.

7. Эргономика. Правила работы за компьютером (2 часа)

Теория (1 час): грамматика: изучение и отработка конструкции - как дать инструкцию или совет.

Практика (1 час): Говорение, аудирование. Грамматика, фонетика, лексика.
Эргономика: разработка проектов в группах – «Как сделать оснащение школы более эргономичным».

8. Занятие по обобщению и систематизации новой лексики (2 часа)

Теория (2 часа): Обобщение и систематизация новой лексики.

Практика (2 часа): Говорение, аудирование. Грамматика, фонетика, лексика.

9. Типы принтеров. Их возможности (4 часа)

Теория (2 часа):

- работа с изображениями: типы принтеров; обобщение жизненного опыта учащихся;

- знакомство с новой лексикой;

- работа с текстом What type of printer should I buy?

- подбор синонимов к выражениям из текста, задание из УМК;

- использование вводных слов для органичного построения высказывания; обобщение опыта учащихся, изучение нового материала, поиск подобных конструкций в тексте;

- сравнительная степень прилагательных: отработка навыков в устной и письменной речи.

Практика (2 часа): Говорение, аудирование. Грамматика, фонетика, лексика.

Работа в группах с тремя текстами технической направленности (тема – «Принтеры»), выполнение заданий УМК и педагога.

10. Информационные технологии для людей с ограниченными возможностями (4 часа)

Теория (2 часа):

- вводная беседа о толерантном отношении к людям с ОВЗ, работа с изображениями;

- изучение новой лексики;

- ответы на вопросы;

- работа с текстом (часть 1) – Computers for the disabled;

- обобщение знаний, полученных на предыдущем занятии; употребление новой лексики и грамматических структур в речи;

- работа со второй частью текста Computers for the disabled;

- решение кроссворда по теме;

- построение словосочетаний, где существительное выступает в роли определения.

Практика (2 часа): Говорение, аудирование. Грамматика, фонетика, лексика.

11. Предлоги места: at, on, in (4 часа)

Теория (2 часа):

- отработка грамматического материала при выполнении устных и письменных заданий;

- употребление предлогов при построении фраз на основе изученной лексики.

Практика (2 часа): Говорение, аудирование. Грамматика, фонетика, лексика.

12. Предлоги времени: at, on, in (2 часа)

Теория (1 час):

- отработка грамматического материала при выполнении устных и письменных заданий;

- употребление предлогов при построении фраз на основе изученной лексики.

Практика (1 час): Говорение, аудирование. Грамматика, фонетика, лексика.

13. Подготовка презентации проектной работы на английском языке (2 часа)

Теория (1 час): Отработка грамматического материала при выполнении презентации.

Практика (1 час): Говорение, аудирование. Грамматика, фонетика, лексика.

13. Подготовка презентации проектной работы на английском языке (2 часа)

Теория (1 час): Отработка грамматического материала и лексики при выполнении презентации.

Практика (1 час): Говорение, аудирование. Грамматика, фонетика, лексика.

14. Итоговое занятие. Диагностическая работа (2 часа)

Теория (1 час): Подведение итогов.

Практика (1 час): Диагностическая работа (дифференцированные задания).

Модуль «3D-моделирование» (развивающий блок)

1. Введение в образовательную программу. Техника безопасности (2 часа)

Теория (2 часа): Задачи и план работы учебной группы. Правила поведения на занятиях и во время перерыва. Инструктаж по технике безопасности.

Демонстрация работ, используемых технологий, основные принципы работы.

2. Кейс «Шкатулка» (10 часа)

Теория (2 часа): Основные принципы работы в программе «Компас 3D» в режиме плоского черчения: Управление видом, размеры, создание и редактирование геометрических элементов, копирование, отражение, удаление и прочие базовые операции.

Демонстрация примеров работ и обсуждение возможные варианты конструкции шкатулок.

Практика (8 час): Создание шкатулки из фанеры методом лазерной резки:

- воспроизведение готового чертежа по подробной инструкции, для отработки навыков работы в программе.

- создание собственного варианта шкатулки исходя из примеров с воплощением собственных идей конструкции, для понимания принципов построения пространственных конструкций из фанеры.

- подготовка чертежей под лазерную резку (раскладка на материал)

- обработка, сборка готового изделия.

3. Кейс «Брелок» (4 часа)

Теория (2 часа): Основные принципы работы в программе «Компас 3D» в режиме 3D моделирования: Управление видом, создание и редактирование эскизов, операции выдавливания, вырезания, вращения и прочие базовые операции.

Демонстрация примеров работ и обсуждение возможных вариантов.

Демонстрация работы в программе - слайсера. Основные настройки режимов 3D печати, правила работы с 3D принтером.

Практика (2 час): Создание первой 3D печатной модели брелока:

- моделирование брелока посредством программы Компас 3D;

- подготовка к печати и печать модели на 3D принтере;

- постпечатная обработка распечатанной модели (механическое удаление каймы, поддержек и прочих артефактов печати).

4. Кейс «Механизмы» (12 часов)

Теория (2 часа): Основные принципы чтения чертежей, понятия вида, разреза, сечения, демонстрируются принципы работы в сборках.

Практика (10 часов): Создание 3D печатной модели механизма по предложенным чертежам.

- моделирование основных деталей и сборка действующего механизма в режиме сборки;

- подготовка к печати и печать модели на 3D принтере;

- постпечатная обработка распечатанной модели (механическое удаление каймы, поддержек и прочих артефактов печати), сборка действующего механизма.

5. Чертежи (6 часов)

Теория (2 часа): Основные принципы построения чертежей в программе Компас 3D и правила их оформления, согласно ЕСКД.

Практика (4 часов): Задания на выполнение и оформление чертежей.

6. Подведение итогов (2 часа)

Теория (1 час): Подведение образовательных итогов.

Практика (1 час): Рефлексия. Демонстрация готовых работ.

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 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 курса обучения учащиеся выбирают тему учебно-исследовательского проекта, углубляя изученные задачи, либо придумывают новую; проводят поиск и анализ информации из литературных 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, 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 учащимся 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, бюксики, 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 три педагога дополнительного образования, имеющие профильное образование в соответствии с реализуемым модулем. Каждый педагог ДО реализует свой модуль 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 модуля «Нанотехнологии» (1 год обучения)			
Формировать комплекс общих знаний в области	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

современных естественных наук.		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 – владеет понятиями и терминами в области нанотехнологий на высоком уровне, может объяснить их значение, свободно использует их на занятиях и при общении с педагогом и другими обучающимися. Средний – владеет основными понятиями и терминами в области нанотехнологий на достаточно хорошем уровне, может объяснить значение не всех понятий и терминов, затрудняется при использовании их в работе и при общении с педагогом и другими обучающимися. Низкий – практически не знает понятий и терминов в области нанотехнологий, применять их без помощи не может.	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, но 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 алгоритму работе на современном исследовательском оборудовании: оптическом микроскопе	Уровень владения алгоритмом работы на современном исследовательском оборудовании: оптическом микроскопе	Высокий – имеет представление о принципах работы на современном оборудовании, знает алгоритм работы на оборудовании, может самостоятельно применить знания на практике Средний – имеет представление о принципах работы на современном оборудовании, но 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 постановки цели,	Уровень владения навыками теоретических и экспериментальных исследований от	Высокий – владеет навыками теоретических и экспериментальных исследований от постановки цели, определения задач и до реализации цели.	Опрос, практическая работа

определения задач и до реализации цели.	постановки цели, определения задач и до реализации цели.	Средний - владеет навыками теоретических и экспериментальных исследований от постановки цели до определения задач. Низкий – не владеет навыками теоретических и экспериментальных исследований.	
Обучать основам 3D технологий.	Уровень владения знаниями основ 3D технологий.	Высокий – освоил программу 3D и может самостоятельно чертить простые фигуры, а также отправлять их на печать Средний - освоил программу 3D и может с помощью педагога чертить простые фигуры, а также отправлять их на печать Низкий – не освоил программу 3D	Защита проекта
Задачи обучения модуля «Нанотехнологии» (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, связанные с наноматериалами и нанотехнологиями.	Уровень владения терминологией и основными понятиями, связанными с наноматериалами и нанотехнологиями.	Высокий – владеет понятиями и терминами в области нанотехнологий на высоком уровне, знает, что такое нанотехнологии, наночастицы, наноразмерность, нанотрубки, наноглобулы, ДНК, знает строение атома; может объяснить их значение, свободно использует их на занятиях и при общении с педагогом и другими обучающимися. Средний – владеет основными понятиями и терминами в области нанотехнологий на достаточно хорошем уровне, может объяснить значение не всех понятий и терминов, затрудняется при использовании их в работе и при общении с педагогом и другими обучающимися. Низкий – практически не знает понятий и терминов в области нанотехнологий, применять их без помощи не может.	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.	Беседа, опрос

		<p>Средний – знает основные принципы оптических методов анализа и сканирующей электронной микроскопии, испытывает затруднения с постановкой эксперимента с помощью этих методов, может 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>	
Обучить алгоритму работы на современном исследовательском оборудовании: сканирующем зондовом микроскопе, спектрографе, металлографическом микроскопе	Уровень владения алгоритмом работы на современном исследовательском оборудовании: сканирующем зондовом микроскопе, спектрографе, металлографическом микроскопе	<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>	Практическая работа, опрос
Обучать навыкам теоретических и экспериментальных исследований от постановки цели, определения задач и до реализации цели.	Уровень владения навыками теоретических и экспериментальных исследований от постановки цели, определения задач и до реализации цели.	<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>	Беседа
Задачи обучения модуля «Шахматы» (развивающий блок)			
Обучить понятиям и правилам шахматной игры.	Уровень знания понятий и правил шахматной игры	<p>Высокий – знает понятия и правила шахматной игры, умеет их применять на практике.</p> <p>Средний – знает основные понятия и правила шахматной игры, на практике применяет их с подсказкой педагога.</p> <p>Низкий – не знает понятия и правила шахматной игры, не умеет применять их на практике.</p>	Наблюдение, решение шахматных задач, контрольная работа, игровая практика
Обучить приемам тактики и стратегии шахматной игры.	Уровень владения приемами тактики и стратегии шахматной игры	<p>Высокий – владеет приемами тактики и стратегии шахматной игры, может самостоятельно применять их на практике, может продумать стратегию игры на несколько шагов вперед.</p> <p>Средний – слабо владеет приемами тактики и стратегии шахматной игры, применяет их на практике с</p>	Наблюдение, решение шахматных задач, игровая практика, соревнования

		подсказками педагога, не может самостоятельно продумать стратегию, обдумывает только текущий ход. Низкий – не владеет приемами тактики и стратегии шахматной игры, нуждается в постоянной помощи и контроле педагога.	
Обучить решать шахматные комбинации на разные темы.	Уровень умения решать шахматные комбинации на разные темы.	Высокий – умеет самостоятельно решать комбинации на разные темы. Средний – испытывает трудности при решении комбинаций, действует с подсказкой педагога. Низкий – не умеет самостоятельно решать комбинации, пользуется постоянно подсказками педагога.	Наблюдение, решение шахматных задач, игровая практика, соревнования
Обучить обучающихся самостоятельно анализировать шахматную позицию, видеть в позиции разные варианты.	Степень самостоятельности при анализе шахматной позиции, умении видеть в позиции разные варианты	Высокий – самостоятельно умеет анализировать позиции и видеть в позиции разные варианты. Средний – анализирует позиции и видит в позиции разные варианты самостоятельно не всегда, пользуется подсказками педагога. Низкий – анализирует позиции только с помощью педагога, не распознает в позиции разные варианты.	Наблюдение, решение шахматных задач, игровая практика, соревнования
Задачи обучения модуля «Прикладная математика» (развивающий блок)			
Обучать основам комбинаторики, теории множеств, математической логики, теории вероятности.	Уровень знания основ комбинаторики, теории множеств, математической логики, теории вероятности.	Высокий – обучающийся владеет теоретической частью темы, умеет читать и использовать формулы и обозначения. Средний – обучающийся умеет решать задачи по теме, может читать и использовать формулы и обозначения с помощью педагога. Низкий – обучающийся может решать задачи по теме с помощью педагога.	Устный опрос Тестирование
Обучать теории графов и поиска кратчайшего пути, основам технологии решения транспортных задач.	Уровень знания теории графов и поиска кратчайшего пути, основам технологии решения транспортных задач.		Устный опрос Тестирование
Обучать методам обработки данных, основам построения математических моделей с использованием численных методов.	Уровень владения методами обработки данных, основами построения математических моделей с использованием численных методов		Устный опрос Зачет в форме практического задания
Обучать навыку поиска и обработки информации, используя различные источники.	Уровень владения навыками поиска и обработки информации, используя различные источники.		Устный опрос Зачет в форме практического задания
Задачи обучения модуля «Технический английский язык» (развивающий блок)			
Обучать основной технической терминологии на английском языке.	Уровень владения основной технической терминологией на английском языке.	Высокий – обучающийся владеет и свободно использует в речи 80-100 процентами освоенных лексических единиц и конструкций. Средний – обучающийся владеет и свободно использует в речи более	Тест на знание лексики и умение ее употреблять в контексте

		<p>половины освоенных лексических единиц и конструкций.</p> <p>Низкий – обучающийся владеет менее 0% изученных лексических единиц и конструкций, не умеет использовать их в речи.</p>	
<p>Обучать алгоритму чтения и перевода технической литературы на английском языке.</p>	<p>Уровень владения алгоритмом чтения и перевода технической литературы на английском языке.</p>	<p>Высокий - обучающийся понял основное содержание оригинального текста, выделил основную мысль, определил основные факты, догадался о значении незнакомых слов из контекста (либо по словообразовательным элементам, либо по сходству с родным языком), сумел установить временную и причинно-следственную взаимосвязь событий и явлений, оценил важность, новизну, достоверность информации. У него развита языковая догадка, он не затрудняется в понимании незнакомых слов, он не испытывает необходимости обращаться к словарю и делает это 1-2 раза. Скорость чтения иноязычного текста может быть незначительно замедленной по сравнению с той, с которой он читает на родном языке.</p> <p>Средний – Обучающийся понял основное содержание оригинального текста, выделил основную мысль, определил основные факты. Сумел догадаться о значении незнакомых слов из контекста (либо по словообразовательным элементам, либо по сходству с родным языком), сумел установить временную и причинно-следственную взаимосвязь событий и явлений, оценить важность, новизну, достоверность информации. Однако у него недостаточно развита языковая догадка, и он затрудняется в понимании некоторых незнакомых слов, он вынужден чаще обращаться к словарю, а темп чтения заметно замедлен по сравнению с родным языком.</p> <p>Низкий – обучающийся не понял текст или понял содержание текста неправильно, не ориентировался в тексте при поиске определенных фактов, абсолютно не сумел семантизировать незнакомую лексику.</p>	<p>Практическое задание на чтение и перевод текста</p>
<p>Обучать навыку говорения на английском языке с использованием технической терминологии.</p>	<p>Уровень владения навыком говорения на английском языке с использованием технической терминологии.</p>	<p>Высокий - полно излагается изученный материал, дается правильное определение предметных понятий; обнаруживается понимание материала, обосновываются суждения, обучающийся демонстрирует способность применить полученные знания на практике, привести примеры не только из пройденного материала, но и самостоятельно составленные; обучающийся излагает материал последовательно с точки зрения логики</p>	<p>Наблюдение</p>

		<p>предмета и норм литературного языка.</p> <p>Средний - обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данной темы, но излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке понятий; не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры; излагает материал непоследовательно и допускает негрубые ошибки в языковом оформлении излагаемого</p> <p>Низкий - обучающийся обнаруживает незнание большей части соответствующего раздела изучаемого материала, допускает ошибки в формулировке определений, искажает их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал</p>	
<p>Обучать навыку восприятия английской речи на с использованием технической терминологии.</p>	<p>Уровень владения навыком восприятия английской речи на английском языке с использованием технической терминологии.</p>	<p>Высокий – обучающийся понял основные факты, сумел выделить отдельную, значимую информацию, догадался о значении части незнакомых слов по контексту, сумел использовать информацию для решения поставленной коммуникативной задачи, определить тему/проблему, обобщить содержащуюся в прослушанном тексте информацию, ответить на поставленный вопрос, используя факты и аргументы из прослушанного текста, оценить важность, новизну информации, выразить свое отношение к ней.</p> <p>Средний – обучающийся понял не все основные факты, но сумел выделить отдельную, значимую информацию, догадался о значении части незнакомых слов по контексту. Сумел использовать информацию для решения поставленной коммуникативной задачи, определить тему/проблему, обобщить содержащуюся в прослушанном тексте информацию, ответить на поставленный вопрос, используя факты и аргументы из прослушанного текста, оценить важность, новизну информации, выразить свое отношение к ней. При решении коммуникативной задачи он использовал только 2/3 информации.</p> <p>Низкий - обучающийся понял менее 50% текста. Отдельные факты понял неправильно. Не сумел полностью решить поставленную перед ним коммуникативную задачу. Догадался о значении менее 50% незнакомых слов по контексту, сумел использовать информацию для решения поставленной задачи только частично, с трудом сумел определить</p>	<p>Задание на аудирование</p>

		тему или проблем. Он не сумел обобщить содержащуюся в прослушанном тексте информацию, смог ответить на поставленный вопрос только с посторонней помощью при указании на факты и аргументы из прослушанного текста, не сумел оценить важность, новизну информации, выразить свое отношение к ней. При решении коммуникативной задачи он использовал меньше 1/2 информации.	
Развивать навыки обобщения полученной информации, а также навыки поиска необходимой информации в различных источниках и навыки критического мышления.	Уровень владения навыками обобщения полученной информации, а также навыками поиска необходимой информации в различных источниках и навыками критического мышления.	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. Средний – обучающийся подготовил сообщение объемом 20-25 предложений, может вести беседу по теме сообщения, не выходя за ее 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.	Подготовка обучающимися небольших информационных сообщений на научно-популярные темы
Задачи обучения модуля «3D-моделирование» (развивающий блок)			
Обучить основам технического черчения на плоскости (2D)	Уровень навыков работы по выполнению чертежей.	Высокий – может самостоятельно выполнять и формулировать задачи, находить и исправлять недочёты Средний – при работе требуются частые консультации, проверки. Низкий – может выполнять работу только с непосредственным контролем или по пошаговой инструкции	Практические задания, наблюдение.
Обучить навыкам объемного моделирования (3D)	Уровень навыка по выполнению 3D моделей.	Высокий – может самостоятельно выполнять и формулировать задачи, находить и исправлять недочёты Средний – при работе требуются частые консультации, проверки. Низкий – может выполнять работу только с непосредственным контролем или по пошаговой инструкции	Практические задания, наблюдение.
Обучить подготовке заданий для лазерной резки с учётом особенностей данного способа обработки	Уровень знаний и возможностей и особенностей технологий лазерной резки	Высокий – использует технологии лазерной резки в проектах, понимая их возможности и ограничения. Средний – может использовать технологии лазерной резки, но не может оценить их уместность в конкретной задаче. Низкий – может использовать технологии лазерной резки только по подробным инструкциям.	Практические задания, наблюдение.
Обучить навыкам 3D печати и обслуживанию 3D принтеров, работающих по технологии FDM	Уровень знаний и возможностей технологии 3D печати	Высокий – использует технологии печати в проектах, понимая их возможности и ограничения. Средний – может использовать технологии печати резки, но не может оценить их уместность в конкретной задаче.	Практические задания, наблюдение.

		Низкий – может использовать технологии печати только по подробным инструкциям.	
Обучить навыкам механической обработки, склейки.	Уровень навыков работы ручным инструментом	Высокий – самостоятельно видит необходимость доработок, выполняет быстро и качественно Средний – доработка деталей делается только под контролем преподавателя, но с приемлемым результатом Низкий – навык работы недостаточен для выполнения доработки, сборки деталей.	Практические задания, наблюдение.
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, посещает занятия без пропусков, с интересом выполняет задания, заинтересован в получении новых знаний, задает на занятиях уточняющие вопросы, самостоятельно организует поиск информации по интересующей теме. Средний – демонстрирует умеренный интерес к современному естествознанию, посещает занятия с необоснованными пропусками, выполняет не все задания, требуется иногда помощь педагога, получает знания по современному естествознанию только в рамках занятий. Низкий – мало интересуется к современным естествознанием не стремится посещать занятия, задания выполняет только под контролем педагога.	Беседа Наблюдение Опрос
Развивать психофизиологическое качества обучающихся: память, внимание, логическое, пространственное и аналитическое мышление, в том числе посредством игры в шахматы и занятий прикладной математикой.	Уровень развития психофизиологическое качества обучающихся: память, внимание, логическое, пространственное и аналитическое мышление, в том числе посредством игры в шахматы и занятий прикладной математикой.	Высокий – высоко развито восприятие, внимание, память, мышление, успешно выполняет все задания, освоил практически весь объем знаний, умений и навыков, предусмотренный программой. Средний - развито восприятие, внимание, память, мышление на среднем уровне, задания выполняет с ошибками, требуется помощь педагога, освоил знания, умения и навыки более чем на 50%. Низкий – слабо развито восприятие, внимание, память, мышление, задания выполняет только с помощью педагога, овладел менее чем 50% знаний, умений и навыков, предусмотренных программой.	Наблюдения
Развивать познавательную активность и творческую инициативу обучающихся посредством включения их в различные виды	Уровень развития познавательной активности и творческой инициативы обучающихся посредством включения их в различные виды	Высокий – сильно развита познавательная активность и творческая инициатива, при выполнении заданий проявляет самостоятельную творческую активность, стремится участвовать во всех мероприятиях, результативность участия высокая.	Наблюдения, практические работы, участие в конкурсах

конкурсной деятельности.	конкурсной деятельности.	Средний – умеренно развита познавательная активность и творческая инициатива, выполняет задания только на основе образца и с помощью педагога, участвует в мероприятиях только по просьбе педагога, результативность участия средняя, неровная. Низкий – познавательная активность и творческая инициатива слабо развита, способен выполнять только простейшие задания, не проявляет желания участвовать в мероприятиях, при участии низкая результативность.	
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 защите Родины.	Наблюдение Опрос Портфолио (лист личных достижений обучающихся)
Формировать у обучающихся внутреннюю позицию личности по отношению к окружающей социальной действительности.	Уровень сформированности у обучающихся внутренней позиции личности по отношению к окружающей социальной действительности	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.	
Формировать мотивацию к профессиональному самоопределению обучающихся, приобщению к социально-значимой деятельности для осмысленного выбора профессии.	Уровень сформированности профессионального самоопределения обучающихся, приобщения к социально-значимой деятельности, демонстрации осмысленного выбора профессии	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.
--	--	---

8. СПИСОК ИНФОРМАЦИОННЫХ ИСТОЧНИКОВ

8.1. Нормативно-правовые документы

1. Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» № 273-ФЗ от 29 декабря 2012 года // КонсультантПлюс: [сайт]. – 2024. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174/ (дата обращения: 17.05.2024).
2. Федеральный Закон от 31 июля 2020 года. № 304-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» по вопросам воспитания обучающихся» // Официальное опубликование правовых актов: [сайт]. – URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202007310075> (дата обращения: 17.05.2024).
3. Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 27 июля 2022 г. № 629 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам» // Информационно-правовой портал «ГАРАНТ.РУ» [сайт]. – 2024. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/405245425/> (дата обращения: 20.05.2024).
4. Концепция развития дополнительного образования детей до 2030 года, утвержденная распоряжением Правительства Российской Федерации от 31 марта 2022 года № 678-р // Информационно-правовой портал «ГАРАНТ.РУ» [сайт]. – 2024. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/403709682/> (дата обращения: 20.05.2024).
5. Санитарные правила СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи», утвержденные Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации от 28 сентября 2020 года № 28 // Система «ГАРАНТ» [сайт]. – 2024. – URL: <https://base.garant.ru/75093644/> (дата обращения: 20.05.2024).
6. 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 ноября 2015 года № 09-3242) // Система «ГАРАНТ» [сайт]. – 2024. – URL: <https://base.garant.ru/71274844/> (дата обращения: 20.05.2024).
7. Государственная программа Российской Федерации «Развитие образования» на 2018-2025 годы, утвержденная постановлением Правительства Российской Федерации № 1642 от 26 декабря 2017 года (с изменениями на 28 января 2021 года) // Система «ГАРАНТ» [сайт]. – 2024. – URL: <https://base.garant.ru/71848426/> (дата обращения: 20.05.2024).
8. Стратегия развития воспитания в Российской Федерации на период до 2025 года, утвержденная постановлением Правительства Российской Федерации от 29 мая 2015 года № 996-р // Информационно-правовой портал «ГАРАНТ.РУ» [сайт]. – 2024. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70957260/> (дата обращения: 20.05.2024).
9. Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 23 августа 2017 года № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ» // Официальное опубликование правовых актов: [сайт]. – URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201709200016> (дата обращения: 20.05.2024).
10. Распоряжение Министерства просвещения Российской Федерации от 25 декабря 2019 года № Р-145 «Об утверждении методологии (целевой модели) наставничества обучающихся для организаций, осуществляющих образовательную деятельность по общеобразовательным, дополнительным общеобразовательным и программам среднего профессионального образования, в том числе с применением лучших практик обмена опытом между обучающимися» // ЗАКОНЫ, КОДЕКСЫ И НОРМАТИВНО-

- ПРАВОВЫЕ АКТЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ: [сайт]. – URL: <https://legalacts.ru/doc/rasporjazhenie-minprosveshchenija-rossii-ot-25122019-n-r-145-ob-utverzhenii/> (дата обращения: 20.05.2024).
11. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 25 июля 2022 года № 2036-р «Во исполнение Указа Президента Российской Федерации от 25 апреля 2022 года № 231 «Об утверждении Плана проведения в Российской Федерации Десятилетия науки и технологий» // Информационно-правовой портал «ГАРАНТ.РУ» [сайт]. – 2024. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/404975641/> (дата обращения: 20.05.2024).
 12. Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 3 сентября 2019 года № 467 «Об утверждении Целевой модели развития региональных систем дополнительного образования детей» // Информационно-правовой портал «ГАРАНТ.РУ» [сайт]. – 2024. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/73078052/> (дата обращения: 20.05.2024).
 13. Указ Президента Российской Федерации от 07.05.2024 № 309 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года» // Официальное опубликование правовых актов: [сайт] – URL: <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202405070015> (дата обращения: 17.05.2024).
 14. Устав ГОАУ ДО ЯО Центра детско-юношеского технического творчества// ГОАУ ДО ЯО Центр детско-юношеского технического творчества: [сайт]. – URL: https://cdutt.edu.yar.ru/dokumenty/ustav_goau_do_yao_tsydyutt_ot_03_09_2018.pdf (дата обращения: 17.05.2024).

8.2. Информационные источники для педагогов

8.2.1. Информационные источники для педагогов по модулю «Нанотехнологии»

1. Гринвуд, Н. Химия элементов: в 2 томах / Н. Гринвуд, А. Эрншо. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2022. – 1277 с. – 2 т.
2. Гудилин, Е.А. Богатство Наномира. Фоторепортаж из глубин вещества / Е.А. Гудилин; под ред. Ю.Д. Третьякова. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. – 171 с.
3. Гусев, А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии / А.И. Гусев. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 416 с.
4. Деффейс, К. Удивительные наноструктуры / К. Деффейс, С. Деффейс; под ред. Л.Н. Патрикеева. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2020. – 209 с.
5. Дубровский, В.Г. Теоретические особенности технологии полупроводниковых наноструктур / В.Г. Дубровский. – СПб.: Санкт-Петербургский гос. ун-т, 2007. – 343 с.
6. Журнал «Квант». – 1970 – 2007. – М.: Наука.
7. Миронов, В.Л. Основы сканирующей зондовой микроскопии: учебное пособие для студентов старших курсов высших учебных заведений / В.Л. Миронов. – М.: Техносфера, 2009. – 143 с.: цв. ил.
8. Мишкеевич, Г. Рабочая грань алмаза / Г. Мишкеевич. – Ленинград: ЛЕНИЗДАТ, 1982.
9. Мухин, М. Наноквантум тулкит / М. Мухин, И. Мухин, А. Голубок. – М.: Фонд новых форм развития образования, 2017 – 128 с.
10. Нанотехнологическое общество России: [сайт] – URL: <http://www.ntsр.info/internet/>. – Текст: электронный.
11. Новые материалы. / под редакцией Ю.С. Карабасова. – М.: МИСИС, 2002. – 736 с.
12. Пул, Ч. Мир материалов и технологий. Нанотехнологии – / Ч.Пул, Ф. Оуэнс. – М.: Техносфера, 2006. – 336 с.
13. Сергеев, Г.Б. Нанохимия / Г.Б. Сергеев. – 2-е изд. – М.: КДУ, 2007. – 336 с.
14. Словарь нанотехнологических и связанных с нанотехнологиями терминов / под ред. С.В. Калюжного. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010.
15. Словарь нанотехнологических и связанных с нанотехнологиями терминов / под редакцией С.В. Калюжного. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. – 528 с.

16. Сонин, А.С. Дорога длиною в век: Из истории открытия и исследования жидких кристаллов / А. С. Сонин; отв. ред. Б. К. Вайнштейн. – М.: Наука, 1988. – 222 с.
17. Суздаев, И.П. Нанотехнология: физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов / И.П. Суздаев. – М.: КомКнига, 2006. – 592 с.
18. Техническая литература: [сайт]. – URL: <http://www.tehлит.ru/>. – Текст: электронный.
19. Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии: [сайт]. – URL: www.gost.ru. – Текст: электронный.
20. Фехльман, Б. Химия новых материалов и нанотехнологий. Учебное пособие. Пер. с англ.: Научное издание / Б. Фехльман. – Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2011. – 464 с.: цв.вкл.
21. Patent Public Search: [сайт]. – URL: <http://www.uspto.gov/patft/index.html>. – Текст: электронный.
22. Concepts in Nanotechnology // Class Central: [сайт]. – URL: <https://www.canvas.net/courses/concepts-in-nanotechnology>. – Текст: электронный.
23. Coursera: Nanotechnology and Nanosensors // Class Central: [сайт]. – URL: <https://www.class-central.com/mooc/5200/courserananotechnology-and-nanosensors-part1>. – Текст: электронный.

8.2.2. Информационные источники для педагогов по модулю «Шахматы» (развивающий блок)

1. Авербах, Ю. Л. Что надо знать об эндшпиле / Ю.Л. Авербах. – М.: Русский шахматный дом, 2018. – 96 с.
2. Блох, М.В. Комбинаторное искусство / М.В. Блох. – М.: Инженер, 1993. – 176 с.
3. Бондаревский, И.З. Атака на короля / И.З. Бондаревский. – М.: Физкультура и спорт, 1962. – 114с.
4. Бондаревский, И.З. Комбинации в миттельшпиле / И.З. Бондаревский. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2001. – 128 с.
5. Гик, Е.Я. Шахматы / Е.Я. Гик. – М.: Эксмо, 2013. – 64 с.
6. Зак, В. Я играю в шахматы / В. Зак, Я. Длуголенский. – Л.: Детская литература, 1985. – 222 с.
7. Иващенко, С.Д. Сборник шахматных комбинаций / С.Д. Иващенко. – М.: Физкультура и спорт. 1988. – 224 с.
8. Калининченко, Н.М. Курс шахматных дебютов / Н.М. Калининченко. – СПб.: Питер, 2012. – 429 с.
9. Кобленц, А. Школа шахматной игры. Выдающиеся шахматисты мира / А. Кобленц. – Рига: Латвийское ГосИздательство, 1962. – 346 с.
10. Костров, В. Шахматный решебник / В. Костров, Б. Белявский. – СПб.: Литература, 2004 г. – 110 с.
11. Костров, В.В. 1000 шахматных задач. Решебник / В.В. Костров, П.П. Рожков. – М.: Русский шахматный дом, 2016. – 96 с.
12. Костров, В.В. Шахматный учебник для детей и родителей / В.В. Костров, Д. Давлетов. – М.: Русский шахматный дом, 2015. – 128 с.
13. Костров, В.В. Яковлев Н.Г. Шахматный учебник для детей и родителей / В.В. Костров, Н.Г. Яковлев. – М.: Русский шахматный дом, 2017. – 152 с.
14. Костьев, А.Н. Учителю о шахматах. Пособие для учителя / А.Н. Костьев. – М.: Просвещение, 1986. – 111 с.
15. Сухин, И.Г. Удивительные приключения в шахматной стране / И.Г. Сухин. – М.: Поматур, 2000. — 320 с., ил.
16. Суэтин, А.С. Как играть дебют / А.С. Суэтин. – М.: Феникс, 2001. – 80 с.
17. Яковлев, Н.Г. Шахматы. Найди лучший ход! / Н.Г. Яковлев. – М.: Русский шахматный дом, 2016. – 160 с.

8.2.3. Информационные источники для педагогов по модулю «Прикладная математика» (развивающий блок)

1. Microsoft Excel в примерах и задачах: [сайт]. – URL: <https://excel2.ru/>. – Текст: электронный.
2. Быковских, А.М. Занимательные задачи по математике / А.М. Быковских, Г.Я. Куклина. – Новосибирск: Новосибирский государственный университет, 2010. – 24 с.
3. Гладких, А. Трюки и эффекты в Excel 2007 / А. Гладких, А. Чиртых. – СПб: Питер, 2007. – 107 с.
4. Зельдович, Я.Б. Высшая математика для начинающих физиков и техников / Я.Б. Зельдович, И.М. Яглом. – М.: Наука, 1982. – 512 с.
5. Логик Лайк: логические задачи: [сайт]. – URL: <https://logiclike.com/>. – Текст: электронный.
6. Мельников, О.И. Занимательные задачи по теории графов / О.И. Мельников. – Минск: НТООО «ТетраСистемс», 2001. – 144 с.
7. Моисеев, Н.Н. Математика ставит эксперимент / Н.Н. Моисеев – М.: Наука, 1979. – 222 с.
8. Учебно-методический кабинет: [сайт]. – URL: <https://ped-kopilka.ru/>. – Текст: электронный.
9. Цифровой образовательный ресурс для школ ЯКласс: [сайт]. – URL: <https://www.yaklass.ru/>. – Текст: электронный.

8.2.4. Информационные источники для педагогов по модулю «Технический английский язык» (развивающий блок)

1. Infotec English for Computer Users, Cambridge, Professional English, 4th edition. Student's book.
2. English Grammar in Use. Cambridge University Press. 4th Edition, 2012.
3. What is it Made of? Chris Baker, Penguin Random House Children's Books, UK, 2017.
4. What Do People Do All Day? Richard Scarry. HarperCollins Children's Books, 2010.
5. Headway. Student's Book. Upper-intermediate. John and Liz Soars. Oxford University Press.
6. Oxford Pocket Dictionary and Thesaurus. Oxford University Press.
7. Современный англо-русский политехнический словарь.

8.2.5. Информационные источники для педагогов по модулю «Основы Microsoft Office» (развивающий блок)

1. Додж, М. Эффективная работа: Excel 2002 / М. Додж, К. Стинсон. – СПб: Питер, 2003.
2. Додж, М. Эффективная работа: Microsoft Office 2000 / М. Додж, К. Стинсон. – СПб: Питер, 2004.
3. Макарова, Н. Информатика. Методическое пособие для учителей / Н. Макарова. – СПб: Питер, 2003.
4. Подласый, И.П. Педагогика. 100 вопросов, 100 ответов / И.П. Подласый. – М.: ВЛАДОС, 2001.
5. Задачник-практикум по информатике: учебное пособие / под ред. И.Г. Семакина, Е.К. Хеннера. – М.: Лаборатория базовых знаний, 2000.

8.3. Информационные источники для обучающихся

8.3.1. Информационные источники для обучающихся по модулю «Нанотехнологии»

1. Гринвуд, Н. Химия элементов: в 2 томах / Н. Гринвуд, А. Эрншо. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2022. – 1277 с. – 2 т.
2. Гудилин, Е.А. Богатство Наномира. Фоторепортаж из глубин вещества / Е.А. Гудилин; под ред. Ю.Д. Третьякова. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. – 171 с.
3. Гусев, А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии / А.И. Гусев. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 416 с.

4. Деффейс, К. Удивительные наноструктуры / К. Деффейс, С. Деффейс; под ред. Л.Н. Патрикеева. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2020. – 209 с.
5. Журнал «Квант». – 1970 – 2007. – М.: Наука
6. Миронов, В.Л. Основы сканирующей зондовой микроскопии: учебное пособие для студентов старших курсов высших учебных заведений / В.Л. Миронов. – М.: Техносфера, 2009. - 143 с.: цв. ил.
7. Новые материалы / под редакцией Ю.С. Карабасова. – М.: МИСИС, 2002 – 736 с.
8. Пул, Ч. Мир материалов и технологий. Нанотехнологии – / Ч.Пул, Ф Оуэнс. – М.: Техносфера, 2006. – 336 с.
9. Словарь нанотехнологических и связанных с нанотехнологиями терминов / под редакцией С.В. Калюжного. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. – 528 с.
10. Сонин, А.С. Дорога длиною в век: Из истории открытия и исследования жидких кристаллов / А. С. Сонин; отв. ред. Б. К. Вайнштейн. – М.: Наука, 1988. – 222 с.
11. Суздаев, И.П. Нанотехнология: физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов / И.П. Суздаев. – М.: КомКнига, 2006. – 592 с.
12. Фехльман, Б. Химия новых материалов и нанотехнологий. Учебное пособие. Пер. с англ.: Научное издание / Б. Фехльман. – Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2011. – 464 с.: цв.вкл.

8.3.2. Информационные источники для обучающихся по модулю «Шахматы» (развивающий блок)

1. Авербах, Ю. Л. Что надо знать об эндшпиле / Ю.Л. Авербах. –М.: Русский шахматный дом, 2018. – 96 с.
2. Блох, М.В. Комбинационное искусство / М.В. Блох. – М.: Инженер, 1993. – 176 с.
3. Бондаревский, И.З. Атака на короля / И.З. Бондаревский. – М.: Физкультура и спорт, 1962. – 114с.
4. Бондаревский, И.З. Комбинации в миттельшпиле / И.З. Бондаревский. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2001. – 128 с.
5. Гик, Е.Я. Шахматы / Е.Я. Гик. – М.: Эксмо, 2013. – 64 с.
6. Зак, В. Я играю в шахматы / В. Зак, Я. Длуголенский. – Л.: Детская литература, 1985. – 222 с.
7. Иващенко, С.Д. Сборник шахматных комбинаций / С.Д. Иващенко. – М.: Физкультура и спорт. 1988. – 224 с.
8. Калиниченко, Н.М. Курс шахматных дебютов / Н.М. Калиниченко. – СПб.: Питер, 2012. – 429 с.
9. Кобленц, А. Школа шахматной игры. Выдающиеся шахматисты мира / А. Кобленц. – Рига: Латвийское ГосИздательство, 1962. – 346 с.
10. Костров, В. Шахматный решебник / В. Костров, Б. Белявский. – СПб.: Литература, 2004 г. – 110 с.
11. Костров, В.В. 1000 шахматных задач. Решебник / В.В. Костров, П.П. Рожков. – М.: Русский шахматный дом, 2016. – 96 с.
12. Костров, В.В. Шахматный учебник для детей и родителей / В.В. Костров, Д. Давлетов. – М.: Русский шахматный дом, 2015. – 128 с.
13. Костров, В.В. Яковлев Н.Г. Шахматный учебник для детей и родителей / В.В. Костров, Н.Г. Яковлев. – М.: Русский шахматный дом, 2017. – 152 с.
14. Костьев, А.Н. Учителю о шахматах. Пособие для учителя / А.Н. Костьев. – М.: Просвещение, 1986. – 111 с.
15. Сухин, И.Г. Удивительные приключения в шахматной стране / И.Г. Сухин. – М.: Поматур, 2000. — 320 с., ил.
16. Суэтин, А.С. Как играть дебют / А.С. Суэтин. – М.: Феникс, 2001. – 80 с.
17. Яковлев, Н.Г. Шахматы. Найди лучший ход! / Н.Г. Яковлев. – М.: Русский шахматный дом, 2016. – 160 с.

8.3.3. Информационные источники для обучающихся по модулю «Прикладная математика» (развивающий блок)

10. Microsoft Excel в примерах и задачах: [сайт]. – URL: <https://excel2.ru/>. – Текст: электронный.
11. Быковских, А.М. Занимательные задачи по математике / А.М. Быковских, Г.Я. Куклина. – Новосибирск: Новосибирский государственный университет, 2010. – 24 с.
12. Гладких, А. Трюки и эффекты в Excel 2007 / А. Гладких, А. Чиртих. – СПб: Питер, 2007. – 107 с.
13. Зельдович, Я.Б. Высшая математика для начинающих физиков и техников / Я.Б. Зельдович, И.М. Яглом. – М.: Наука, 1982. – 512 с.
14. Логик Лайк: логические задачи: [сайт]. – URL: <https://logiclike.com/>. – Текст: электронный.
15. Мельников, О.И. Занимательные задачи по теории графов / О.И. Мельников. – Минск: НТООО «ТетраСистемс», 2001. – 144 с.
16. Моисеев, Н.Н. Математика ставит эксперимент / Н.Н. Моисеев – М.: Наука, 1979. – 222 с.
17. Учебно-методический кабинет: [сайт]. – URL: <https://ped-kopilka.ru/>. – Текст: электронный.
18. Цифровой образовательный ресурс для школ ЯКласс: [сайт]. – URL: <https://www.yaclass.ru/>. – Текст: электронный.

8.3.4. Информационные источники для обучающихся по модулю «Технический английский язык» (развивающий блок)

1. Infotec English for Computer Users, Cambridge, Professional English, 4th edition. Student's book.
2. English Grammar in Use. Cambridge University Press. 4th Edition, 2012.
3. What is it Made of? Chris Baker, Penguin Random House Children's Books, UK, 2017.
4. What Do People Do All Day? Richard Scarry. HarperCollins Children's Books, 2010.
5. Headway. Student's Book. Upper-intermediate. John and Liz Soars. Oxford University Press.
6. Oxford Pocket Dictionary and Thesaurus. Oxford University Press.
7. Современный англо-русский политехнический словарь.

8.3.5. Информационные источники для обучающихся по модулю «Основы Microsoft Office» (развивающий блок)

1. Информатика // Энциклопедия для детей Аванта+. – М.: Аванта, 2002.

8.4. Дополнительная литература по модулю «Нанотехнологии»

1. Аппаратурные средства проверки подлинности документов на основе оптического метода неразрушающего контроля / А.Г. Кекин, А.А. Ковалев, Д.А. Ковалев [и др.] // Бюро научно-технической информации: [сайт]. – URL: <http://www.bre.ru/security/22938.html>. – Текст: электронный.
2. Волосы человека: строение волос, химический состав здорового волоса, стержень волоса, структура и рост волос, жизненный цикл волос // In moment: [сайт]. – URL: <http://www.inmoment.ru/beauty/beautiful-body/hair-man>. – Текст: электронный.
3. Миронов, В.Л. Основы сканирующей зондовой микроскопии: учебное пособие для студентов старших курсов высших учебных заведений / В.Л. Миронов. – Нижний Новгород: Российская Академия наук Институт физики микроструктур, 2004. – URL: <https://www.ntmdt->

- si.ru/data/media/files/brochures/osnovy_skaniruyushcej_zondovoj_mikroskopii.pdf (дата обращения 25.05.2023). – Текст: электронный.
4. Основы взаимодействия биологических тканей с искусственными материалами. – URL: http://www.ispms.ru/files/Publications/sharkeev_2013/pdf/5_1.pdf (дата обращения 30.05.2023). – Текст: электронный.
 5. Попова, Л.М. Введение в нанотехнологию: учебное пособие / Л.М. Попова. – СПб.: СПбГТУРП, 2013. – 96 с.: ил. – URL: <http://www.nizrp.narod.ru/metod/kaforgchem/1.pdf> (дата обращения: 10.05.2023). – Текст: электронный.
 6. Применение зондовой микроскопии в нанотехнологиях. Казанский физико-технический институт им. Е.К. Завойского Казанского научного центра РАН, лаборатория физики / презентация. – URL: <http://www.myshared.ru/slide/531483> (дата обращения: 22.05.2023). – Текст: электронный.
 7. Разновидности болезней волос и кожи головы // Доктор волос: [сайт]. – URL: <http://surgeryzone.net/medicina/bolezni-voilos.html>. – Текст: электронный.
 8. Савич В.В. Модификация поверхности титановых имплантатов и её влияние на их физико-химические и биомеханические параметры в биологических средах / В.В. Савич, Д.И. Сарока, М.Г. Киселев, М.В. Макаренко. – Минск: Издательский дом «Белорусская наука», 2012. – 245 с.
 9. Советы трихолога: средства по уходу за волосами, лечение // EMC: [сайт]. – URL: <https://www.emcmos.ru/articles/sovety-trihologa-sredstva-po-uhodu-za-voilosami-lechenie/>. – Текст: электронный.
 10. Современные приборы и оборудование для проверки подлинности денежных знаков // Мудрый Экономист: [сайт]. – URL: <https://wiseeconomist.ru/poleznoe/45303-sovremennye-pribory-oborudovanie-dlya-proverki-podlinnosti-denezhnyx>. – Текст: электронный.
 11. Строение волос человека. Волосы: строение и функции // SYL.RU: [сайт]. – URL: https://www.syl.ru/article/154065/new_stroenie-voilos-cheloveka-voilosyi-stroenie-ifunktsii. – Текст: электронный.
 12. Трихология: наука о волосах и коже головы: [сайт]. – URL: <http://www.trichology.ru/index.php?page=1069233949492512>. – Текст: электронный.
 13. Трухачев, В. В. Технологии защиты денежных знаков и ценных бумаг: учебное пособие / В.В. Трухачев, М.Б. Сергеев. – СПб.: ГУАП, 2012. – 108 с.: ил.
 14. Химические методы получения наноструктур – URL: http://www.elch.chem.msu.ru/rus/mfti/mfti09_8.pdf (дата обращения: 30.05.2023). – Текст: электронный.
 15. 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.