

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

Детский технопарк «Кванториум»



Утверждаю:

Директор ГОАУ ДО ЯО ЦДЮТТ

Талова Т.М. / Талова Т.М.

26 мая 2025 г.

Согласовано:

Методический совет

от 26 мая 2025 г.

Протокол № 21/06-10

Естественно-научная направленность

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа



НАНОКВАНТУМ

«Нанотехнологии: основы химии, физики, биологии»

Возраст обучающихся: 10-18 лет

Срок реализации: 2 года, 432 часа

Автор-составитель:

Петрова Ольга Вячеславовна,
педагог дополнительного образования

Консультант:

Поварова Ирина Федоровна, заместитель
директора по инновационной и методической
работе

Исполнители:

Педагоги дополнительного образования:
Петрова О.В., Смирнов Н.В., Корлякова Я.В.,
Титова И.И.

г. Рыбинск
2025 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	17
4. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ	18
4.1. Содержание первого года обучения.....	18
4.2. Содержание второго года обучения.....	21
5. ВОСПИТАТЕЛЬНАЯ РАБОТА	24
6. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОГРАММЫ.....	25
6.1. Методическое обеспечение.....	25
6.2. Материально-техническое обеспечение	27
6.3. Кадровое обеспечение	29
7. МОНИТОРИНГ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ.....	30
8. СПИСОК ИНФОРМАЦИОННЫХ ИСТОЧНИКОВ	38
8.1. Нормативно-правовые документы	38
8.2. Информационные источники для педагогов и обучающихся.....	39
8.4. Дополнительная литература по модулю «Нанотехнологии»	42
9. ПРИЛОЖЕНИЯ.....	44

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа **«Нанотехнологии: основы химии, физики, биологии»** 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»;
- указом Президента Российской Федерации от 25.04.2022 № 231 «Об объявлении в Российской Федерации Десятилетия науки и технологий»;
- 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»;
- 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;
- концепцией развития дополнительного образования детей до 2030 года, утвержденной распоряжением Правительства РФ от 31 марта 2022 года № 678-р;
- распоряжением Правительства Российской Федерации от 25 июля 2022 года № 2036-р от 25 апреля 2022 года № 231 «Об утверждении Плана проведения в Российской Федерации Десятилетия науки и технологий»;
- приказом Министерства просвещения РФ от 27 июля 2022 года № 629 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам»;
- приказом Министерства просвещения РФ от 3 сентября 2019 года № 467 «Об утверждении Целевой модели развития региональных систем дополнительного образования детей»;
- 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»;
- 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);
- 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;
- приказом департамента образования Ярославской области от 07.08.2018 № 19-нп «Об утверждении Правил персонифицированного финансирования дополнительного образования детей в Ярославской области»;
- Уставом ГОАУ ДО ЯО Центра детско-юношеского технического творчества.

Настоящая общеобразовательная общеразвивающая программа дополнительного образования детей имеет **естественно-научную 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 4 самостоятельных модуля.

В первый год обучения реализуются модули: основной – «Нанотехнологии: основы химии, физики, биологии», развивающие модули «Шахматы», «Основы Microsoft Office».

Во второй год обучения – основной модуль «Нанотехнологии: основы химии, физики, биологии», развивающий модуль «Основы научной деятельности».

Категория обучающихся. Школьники среднего и старшего возраста: 10-18 лет.

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 ($10^{-9} \div 10^{-7}$ м) и имеет свои особые свойства: еще не атомные, но уже и не макроскопические. Например, в твердом теле с наноразмерами энергия электронного газа приобретает дискретный спектр, похожий на энергетический спектр электронов в атоме, но зависящий от размеров тела, а температура плавления может зависеть от его формы. Очевидно, что любые технологии связаны с диагностикой, т.е. с измерением набора параметров создаваемого материала или системы. Причем, если в макротехнологиях такая диагностика в некоторых случаях может выполняться с помощью человеческих органов чувств, таких как: зрение, осязание, слух, обоняние, то для нанотехнологий нужны специальные прецизионные приборы.

Одним из примеров таких приборов является сканирующий зондовый микроскоп (СЗМ), изобретатели которого швейцарские ученые Генрих Бинниг и Герд Рорер были удостоены в 1986 г. Нобелевской премии по физике. История развития и продвижения СЗМ в 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: основы химии, физики, биологии» (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 память, внимание, логическое, пространственное и аналитическое мышление. 3. Развивать познавательную и творческую активность обучающихся, в том числе посредством включения их в различные виды конкурсной деятельности. 4. Развивать навыки командной работы, распределения ролей и управления проектами. 5. Формировать умение	Задачи воспитания формулируются на основании «Рабочей программы воспитания ГОАУ ДО ЯО ЦДЮТТ на 2025-2027 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.
Развивающий модуль «Шахматы» (1-й год обучения)	Развитие интеллектуальных и творческих способностей детей посредством обучения игре в шахматы.	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.		
Развивающий модуль	Формирование у обучающихся информационной культуры,	1. Обучить терминологии и основам понятий в области информационно-коммуникационных технологий и компьютерной техники.		

«Основы Microsoft Office» (1-й год обучения)	алгоритмического мышления, познавательных и творческих способностей в процессе освоения информационно-коммуникационных технологий.	2. Обучить работе с операционной системой Windows, с файловой структурой компьютера. 3. Формировать навыки работы с текстовым редактором Microsoft Word, элементами пользовательского интерфейса. 4. Формировать навыки обработки информации в табличном редакторе Microsoft Excel 5. Обучить принципам создания презентаций в компьютерных программах.	аргументированно защищать свою точку зрения и принимать конструктивную критику.	3. Формировать мотивацию к профессиональному самоопределению обучающихся, приобщению к социально-значимой деятельности для осмысленного выбора профессии.
Развивающий модуль «Основы научной деятельности» (2-й год обучения)	Формирование у обучающихся базовых навыков научной деятельности, включая постановку гипотез, планирование и проведение исследований, анализ данных и представление результатов, для развития критического мышления, исследовательской культуры и интереса к науке.	1. Познакомить с основными методами научного исследования: наблюдение, эксперимент, анализ данных. 2. Научить работать с научной литературой: поиск, отбор и критическая оценка источников. 3. Сформировать навыки постановки гипотез и планирования экспериментов. 4. Обучить основам обработки и визуализации данных с использованием современных инструментов. 5. Развить умение оформлять результаты исследования в виде отчетов, презентаций и проектов.		

1.2. Ожидаемые результаты

Ожидаемыми результатами освоения обучающимися модулей программы по соответствующим аспектам являются:			
Модуль	Образовательный аспект	Развивающий аспект	Воспитательный аспект
Модуль «Нанотехнологии: основы химии, физики, биологии» (1-2 год обучения)	<i>1 год обучения:</i> Обучающиеся должны знать: – 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. Уметь: – 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. <i>2 год обучения:</i> Обучающиеся должны знать: – новые понятия и задачи современного естествознания, а также перспективы развития нанотехнологий; – 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;	1. Демонстрация интереса к современному естествознанию и новейшим технологиям. 2. Развитие психофизиологических качеств обучающихся: память, внимание, логическое, пространственное и аналитическое мышление. 3. Развитие познавательной активности и творческой инициативы обучающихся, в том числе посредством включения их в различные виды конкурсной деятельности. 4. Владение навыками эффективной командной работы,	Ожидаемыми результатами обучающимися по воспитательному аспекту формулируются на основании «Рабочей программе воспитания ГОАУ ДО ЯО ЦДЮТТ на 2025-2027 гг». К концу освоения образовательной программы обучающийся будет демонстрировать сформированные уровни: 1. Духовно-нравственных и гражданско-правовых ценностей, чувства причастности и уважительного отношения к историко-культурному и природному

	– уметь отличать исследовательскую работу и продуктовый проект. Уметь: – работать с современным лабораторным и исследовательским оборудованием – оптическим, металлографическим и иммерсионным микроскопом, электронными весами большей точности, химической посудой, плиткой, спиртовкой, бактериостатом, ультразвуковой мойкой; – работать со средствами информации (уметь искать и отбирать информацию, отличать научные источники от популярных); – выбирать объект исследования, формулировать рабочую гипотезу, проверять ее и оценить достоверность полученных результатов.	распределения ролей и управления проектами. 5. Владение навыками аргументированно защищать свою точку зрения и принимать конструктивную критику.	наследию России и малой родины; 2. Внутренней позиции личности по отношению к окружающей социальной действительности; 3. Мотивации к профессиональному самоопределению обучающихся, приобщению к социально-значимой деятельности для осмысленного выбора профессии.
Развивающий модуль «Шахматы» (1-й год обучения)	<i>Знание:</i> – шахматных терминов и шахматных фигур, понятий и правил шахматной игры; – сравнительной ценности фигур (абсолютной и относительной); – истории шахмат и выдающихся шахматистов; – приёмов тактики и стратегии шахматной игры. <i>Умение:</i> – записывать шахматную партию; – решать шахматные комбинации на разные темы; – самостоятельно анализировать шахматную позицию, видеть в позиции разные варианты.		
Развивающий модуль «Основы Microsoft Office» (1-й год обучения)	1. Знание терминологии и основы понятий в области информационно-коммуникационных технологий и компьютерной техники. 2. Умение работать с операционной системой Windows, с файловой структурой компьютера. 3. Владение навыками работы с текстовым редактором Microsoft Word, элементами пользовательского интерфейса.		

	4. Владение навыками обработки информации в табличном редакторе Microsoft Excel. Знание принципов создания презентаций в компьютерных программах, умение подготовить и представить грамотную презентацию для защиты проектной работы.		
Развивающий модуль «Основы научной деятельности» (2-й год обучения)	1. Знание основных этапов научного исследования: от постановки гипотезы до оформления результатов. 2. Владение навыками работы с научными источниками: находить, анализировать и критически оценивать информацию. 3. Владение базовыми методами сбора и обработки данных: наблюдение, эксперимент, анкетирование. 4. Владение простейшими статистическими методами и инструментами визуализации данных: таблицы, графики, диаграммы. 5. Владение навыками создания завершенных исследовательских проектов и представления их в виде отчетов, презентаций или стендовых докладов.		

1.3. Особенности организации образовательного процесса

Срок реализации программы: программа рассчитана на 2 года обучения.

- В первый год обучения: 216 академических часов, из которых 144 часа посвящены изучению непосредственно предмета по основному модулю «Нанотехнологии: основы химии, физики, биологии», а 72 часа отводятся на развивающие модули программы: «Шахматы» (36 часов) и «Основы Microsoft Office» (36 часов).

- Во второй год обучения: 216 академических часов, из которых 144 часа посвящены изучению непосредственно предмета по основному модулю «Нанотехнологии: основы химии, физики, биологии», а 72 часа отводятся на развивающий модуль «Основы научной деятельности».

Режим занятий: занятия по основному модулю 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 модуль 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: основы химии, физики, биологии»					
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	Лекция, 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	Лекция, 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	Молекулярная кухня, основы: желефикация, сферификация, эспумизация	4	10	14	Лекция, беседа. Практическая работа
5.4	Подготовка проектных и конкурсных работ. Образовательные экскурсии.	2	8	10	Наблюдение Беседа, практическая работа на компьютерах
5.5	Защита проектов	1	1	2	Защита проекта
ИТОГО по модулю «Нанотехнологии: основы химии, физики, биологии»:		66	78	144	

Развивающий модуль «Шахматы»					
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 развивающему модулю «Шахматы»:		8	28	36	
Развивающий модуль «Основы Microsoft Office»					
1.	Компьютерная азбука	2	2	4	Контрольная работа Практическое задание
2.	Освоение программы Microsoft Word	2	6	8	Контрольная работа Практическое задание
3.	Освоение программы Microsoft Excel	4	6	10	Контрольная работа Практическое задание
4.	Освоение программы Microsoft PowerPoint	4	4	8	Контрольная работа Практическое задание
5.	Подготовка и представление итоговых работ	-	6	6	Конференция
ИТОГО по развивающему модулю «Основы Microsoft Office»:		12	24	36	
ИТОГО ПО ПРОГРАММЕ:		86	130	216	

2.2. Учебно-тематический план второго года обучения

№	Раздел	Количество часов			Форма аттестации/ контроля
		Теория	Практика	Всего	
Модуль «Нанотехнологии: основы химии, физики, биологии»					
1	Введение в образовательную программу, техника безопасности	1	1	2	Опрос
2	Изучение микрофлоры воды из Волги и (или) близлежащих рек, прудов с помощью оптического микроскопа и сканирующей зондовой микроскопии	4	10	14	Опрос, беседа, практическая работа
3	Химический анализ соковой продукции (подготовка к соревнованиям «ЮниорПрофи»)	6	10	16	Беседа, практическая работа
4	Эффект Лотоса. Явление сверхгидрофобности и самоочистки в природе	6	8	14	Устный опрос
5	Бумага как элемент материальной культуры, создание бумаги ручной работы	6	14	20	Беседа
6	Изучение свойств лецитина в качестве основы наноструктур – липосом	8	6	14	Беседа, практическая работа
7	Добавка к шампуням на основе комплексов наночастиц, строение волоса человека	4	10	14	Тест, наблюдения, практическая работа
8	Подготовка исследовательских работ и проектов по заданным темам на конкурсы, экскурсии	4	10	14	Доклад
9	Изучение свойств поливинилового спирта	8	6	14	Наблюдения, беседа, практическая работа
10	Решение кейсов по заданию «Кванториады» или подобных конкурсов	6	8	14	Практическая работа
11	Самостоятельная работа по выбранной теме.	4	4	8	Беседа, доклад, защита работы
ИТОГО по модулю «Нанотехнологии: основы химии, физики, биологии»:		57	87	144	

Развивающий модуль «Основы научной деятельности»:					
1.	Введение в научную деятельность	2	2	4	Анкетирование
2.	Методы научного исследования	4	6	10	Защита исследовательского плана
3.	Работа с научными источниками	3	9	12	Аналитический отчет
4.	Проведение эксперимента	4	12	16	Лабораторный журнал
5.	Обработка и анализ данных	3	11	14	Презентация результатов
6.	Оформление научной работы	2	8	10	Защита проекта
7.	Итоговая конференция	0	6	6	Публичное выступление
Итого по развивающему модулю «Основы научной деятельности»:		18	54	72	
Итого по программе:		75	141	216	

3. КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК

Первый год обучения

Начало занятий – 8 сентября.

Окончание занятий – 31 мая.

№	Всего учебных недель	Всего учебных дней	Объем учебных часов	Режим работы
1	36	108	216	2 раза в неделю по 2 ак. часа (нано) и 1 раз в неделю по 2 ак. часа развивающий модуль

Второй год обучения

Начало занятий – 8 сентября.

Окончание занятий – 31 мая.

№	Всего учебных недель	Всего учебных дней	Объем учебных часов	Режим работы
1	36	108	216	2 раза в неделю по 2 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: основы химии, физики, биологии»

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».

1.3. Молекулярная кухня, основы: желефикация, сферификация, эспумизация (14 часов)

Теория (4 часа): Знакомство с теоретическими основами молекулярной кухни: желефикация, сферификация, эспумизация

Практика (10 часов): Подготовка и проведение экспериментов по созданию молекулярных блюд: приготовление жележных спагетти из сока апельсина, пенки из варенья, сфер из йогурта или сметаны. Обработка результатов и выводов.

1.4. Подготовка проектных и конкурсных работ (10 часов)

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.

5.5. Защита проектов (2 часа)

Теория (1 час): Презентация проекта: алгоритм.

Практика (1 час): Представление результатов собственных исследований.

Развивающий модуль «Шахматы»

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.

Развивающий модуль «Основы Microsoft Office»

1. Компьютерная азбука (4 часа)

Теория (2 часа):

- Системный блок;
- Монитор, клавиатура, мышь;
- Порты, разъемы;
- Виды современных компьютеров;
- Носители информации;
- Устройства ввода и вывода информации;
- Файлы и папки.

Практика (2 часа): практическая работа.

2. Освоение программы Microsoft Word (8 часов)

Теория (2 часа):

- Текстовый процессор;
- Основные правила ввода текста, его редактирования;
- Создание таблиц и диаграмм;
- Важные клавиши;
- Форматирование.

Практика (6 часов): практическая работа.

3. Освоение программы Microsoft Excel (10 часов)

Теория (4 часа):

- Структура таблицы. Основные функции;
- Типы формат данных;

- Основные операции с данными ячеек;
- Работа с данными, сортировка;
- Основные функции и их применение;
- Создание диаграммы.

Практика (6 часов): практическая работа.

4. Освоение программы Microsoft PowerPoint (8 часов)

Теория (4 часа):

- Знакомство с PowerPoint;
- Вставка текста и рисунков, панель «Конструктор»;
- Дизайн;
- Создание переходов и гиперссылок, эффекты анимации;
- Демонстрация презентаций.

Практика (4 часа): практическая работа.

5. Подготовка и представление итоговых работ (6 часов)

Практика (6 часов):

- Поиск, подбор информации для собственного проекта;
- Работа в командах, представление работ.

4.2. Содержание второго года обучения

Модуль «Нанотехнологии: основы химии, физики, биологии»

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 из Волги и (или) близлежащих рек, прудов с помощью оптического микроскопа и 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. Химический анализ соковой продукции (подготовка к соревнованиям «ЮниорПрофи») (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.

4. 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 микроскопии структурных особенностей рельефа поверхности лепестка розы и капустного листа, влияющих на их гидрофобность.

5. 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.

6. 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.

7. Добавка к шампуням на основе комплексов наночастиц, строение волоса человека (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.

8. Подготовка исследовательских работ и проектов по заданным темам на конкурсы, экскурсии (14 часов)

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

Практика (10 часов): Практическая работа с высокотехнологичными приборами лаборатории. Исследование полученных образцов с помощью РФА «Панда» или оптического (металлографического или эмерсионного) микроскопов. Практическая работа с определённым видом фильтра для очистки воды. Например, исследование образцов воды и слоёв фильтра до и после очистки с помощью аналитических методов, включая рентгено-флюоресцентный анализ.

9. 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.

10. 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.

11. Самостоятельная работа по выбранной теме. Оформление работ к участию в конкурсах, соревнованиях, хакатонах и т.д. (8 часов)

Теория (4 часа): Выбор темы работы. Правила оформления работ к участию в конкурсах, соревнованиях, хакатонах и т.д.

Практика (4 часа): Участие в конкурсах, соревнованиях, хакатонах и т.д. Планирование, проведение и оформление экспериментов. Проведение комплексных исследований с использованием различного научного оборудования на тему по выбору обучающегося.

Развивающий модуль «Основы научной деятельности»

1. Введение в научную деятельность (4 часа)

Теория: Понятие науки, виды исследований, этика научной работы.

Практика: Выбор темы исследования, формулировка вопросов.

2. Методы научного исследования (10 часов)

Теория: Качественные и количественные методы, выбор методики.

Практика: Составление программы исследования.

3. Работа с научными источниками (12 часов)

Теория: Поиск и анализ литературы, система цитирования.

Практика: Написание литературного обзора.

4. Проведение эксперимента (16 часов)

Теория: Планирование эксперимента, контроль переменных.

Практика: Выполнение эксперимента, фиксация данных.

5. Обработка и анализ данных (14 часов)

Теория: Основы статистики, методы визуализации.

Практика: Обработка полученных данных.

6. Оформление научной работы (10 часов)

Теория: Структура научной статьи, требования к оформлению.

Практика: Написание текста исследования.

7. Итоговая конференция (6 часов)

Практика: Подготовка и проведение мини-конференции.

Формы контроля:

- Письменные работы (отчеты, анализы).
- Практические задания (проведение экспериментов).
- Публичные защиты (проектов, исследований).
- Участие в итоговой конференции.

Критерии оценки:

- Полнота выполнения этапов исследования.
- Качество анализа и интерпретации данных.
- Грамотность оформления работы.
- Умение презентовать и защищать свои идеи.

5. ВОСПИТАТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Воспитательная работа в Наноквантуме ведется согласно целям и задачам «Рабочей программы воспитания ГОАУ ДО ЯО ЦДЮТТ на 2025-2027 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

6.3.1. Материально-техническое обеспечение

модуля «Нанотехнологии: основы химии, физики, биологии»

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;
- 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);
- химические реактивы (см. Приложения 1 и 2).

6.3.2. Материально-техническое обеспечение модуля «Шахматы» (развивающий блок)

Помещение: учебный кабинет, оборудованный в соответствии с санитарными нормами.

Обеспечение:

- шахматные доски с набором шахматных фигур (по одному комплекту на 2-х детей);
- наглядные пособия (альбомы, портреты выдающихся шахматистов, тренировочные диаграммы, иллюстрации, фотографии);
- демонстрационные настенные магнитные доски с комплектами шахматных фигур;
- таблицы к разным турнирам;
- цветные карандаши, фломастеры;
- бумага для рисования.

Технические средства обучения: компьютер, видеопроектор, экран.

6.3.3. Материально-техническое обеспечение по модулю «Основы Microsoft Office»

1. Компьютеры по количеству обучающихся.
2. Программное обеспечение MS Office.
3. Доступ в интернет.

4. Проектор, экран для проектора.

6.3.3. Материально-техническое обеспечение по модулю «Основы научной деятельности»

1. Класс, оснащенный персональными компьютерами с доступом в интернет или ноутбуки по количеству обучающихся.
2. Мультимедийный проектор или широкоформатный телевизор для проведения демонстраций.
3. Программное обеспечение MS Office.
4. Принтер.
5. Доска пластиковая настенная и набор маркеров для письма различных цветов.

6.3. Кадровое обеспечение

Для реализации одного учебного года программы требуется четыре 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.

Входная диагностика осуществляется в начале обучения, имеет своей целью выявить исходный уровень подготовки обучающихся, проводится 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: основы химии, физики, биологии» (1 год обучения)			
Формировать комплекс общих знаний в области современных естественных наук.	Уровень знаний в области современных естественных наук.	Высокий – имеет высокий уровень общих знаний в области современных естественных наук соответственно своему возрасту. 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.	Защита проекта Наблюдение Беседа Опрос
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	Опрос, беседа, практическая работа

		Низкий – не имеет представление о принципах работы на современном оборудовании	
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.	Высокий – владеет навыками теоретических и экспериментальных исследований от 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.	Опрос, практическая работа
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: основы химии, физики, биологии» (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

		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. 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.	
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	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, не может самостоятельно применить знания на практике Низкий – не имеет представление о принципах работы на современном оборудовании	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.	Высокий – владеет навыками теоретических и экспериментальных исследований от постановки цели, определения задач и до реализации цели Средний – частично владеет навыками теоретических и экспериментальных исследований от постановки цели, определения задач и до реализации цели Низкий – не владеет навыками теоретических и экспериментальных исследований от постановки цели, определения задач и до реализации цели	Беседа
Задачи обучения развивающего модуля «Шахматы»			
Обучить понятиям и правилам шахматной игры.	Уровень знания понятий и правил шахматной игры	Высокий – знает понятия и правила шахматной игры, умеет их применять на практике. Средний – знает основные понятия и правила шахматной игры, на практике применяет их с подсказкой педагога. Низкий – не знает понятия и правила шахматной игры, не умеет применять их на практике.	Наблюдение, решение шахматных задач, контрольная работа, игровая практика
Обучить приёмам тактики и стратегии шахматной игры.	Уровень владения приемами тактики и стратегии шахматной игры	Высокий – владеет приемами тактики и стратегии шахматной игры, может самостоятельно применять их на практике, может продумать стратегию игры на несколько шагов вперед. Средний – слабо владеет приемами тактики и стратегии шахматной игры, применяет их на практике с 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.	Наблюдение, решение шахматных задач, игровая практика, соревнования

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 развивающего модуля «Основы Microsoft Office»			
Обучить терминологии и основам понятий в области информационно-коммуникационных технологий и компьютерной техники	Уровень знания терминологии и основ понятий в области информационно-коммуникационных технологий и компьютерной техники	Высокий – обучающийся владеет теоретической частью темы, умеет грамотно применять названия и специальные термины, способен самостоятельно выполнять практические задания, используя элементы творчества. Средний – обучающийся слабо владеет теоретической частью темы, может применять отдельные названия и специальные термины, способен выполнять практические задания с помощью педагога или только по образцу. Низкий – обучающийся не владеет теоретической частью темы, избегает применять отдельные названия и специальные термины, способен выполнять практические задания по образцу и с постоянной помощью педагога.	Контрольная работа Практическая работа Итоговый проект
Обучить работе с операционной системой Windows, с файловой структурой компьютера	Уровень умения работать с операционной системой Windows, с файловой структурой компьютера		Контрольная работа Практическая работа Итоговый проект
Формировать навыки работы с текстовым редактором Microsoft Word, элементами пользовательского интерфейса	Уровень владения навыками работы с текстовым редактором Microsoft Word, элементами пользовательского интерфейса		Контрольная работа Практическая работа Итоговый проект
Формировать навыки обработки информации в табличном редакторе Microsoft Excel	Уровень владения навыками обработки информации в табличном редакторе Microsoft Excel		Контрольная работа Практическая работа Итоговый проект
Обучить принципам создания презентаций в компьютерных программах	Уровень знания принципов создания презентаций в компьютерных программах, умения подготовить и представить грамотную презентацию для защиты проектной работы		Контрольная работа Практическая работа Итоговый проект

Задачи обучения по развивающему модулю «Основы научной деятельности»			
Познакомить с основными методами научного исследования: наблюдение, эксперимент, анализ данных	Уровень знания основных этапов научного исследования: от постановки гипотезы до оформления результатов	Высокий: обучающийся точно описывает этапы исследования, может следовать им самостоятельно. Средний: знает основные этапы, но допускает неточности, может подготовить исследование с подсказкой педагога. Низкий: не может перечислить этапы и работать по ним.	Аналитический отчет, защита обзора литературы
Научить работать с научной литературой: поиск, отбор и критическая оценка источников	Уровень владения навыками работы с научными источниками: находить, анализировать и критически оценивать информацию	Высокий: может самостоятельно подобрать и проанализировать источники, способен критически оценить информацию. Средний: работает с источниками при помощи педагога, испытывает затруднения в критической оценке источников. Низкий: испытывает значительные трудности в поиске, анализе и критической оценке источников, нуждается в постоянном контроле педагога.	Лабораторный журнал, практические задания
Сформировать навыки постановки гипотез и планирования экспериментов	Уровень владения базовыми методами сбора и обработки данных: наблюдение, эксперимент, анкетирование	Высокий: самостоятельно грамотно планирует и проводит сбор и обработку данных. Средний: выполняет задания по шаблону педагога. Низкий: не может организовать сбор и обработку данных.	Презентация результатов, анализ отчетов
Обучить основам обработки и визуализации данных с использованием современных инструментов	Уровень владения простейшими статистическими методами и инструментами визуализации данных: таблицы, графики, диаграммы	Высокий: владеет методами и инструментами, самостоятельно создает четкие и информативные визуализации. Средний: знает основы, использует только базовые инструменты. Низкий: не справляется с визуализацией данных.	Защита проекта, оценка презентаций
Развить умение оформлять результаты исследования в виде отчетов, презентаций и проектов	Уровень владения навыками создания завершенных исследовательских проектов и представления их в виде отчетов, презентаций или стендовых докладов	Высокий: может самостоятельно создать завершенный и логичный проект, оформить проект по стандартам, представить проект в любом требуемом виде. Средний: может создать проект с подсказками педагога или в коллективе, оформить проект с недочетами в структуре, испытывает трудности в представлении проекта. Низкий: не может подготовить, оформить и представить проект без помощи педагога или одноклассников.	Аналитический отчет, защита обзора литературы
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.	Беседа Наблюдение Опрос Практическая работа

		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.	
Развивать психофизиологические качества обучающихся: память, внимание, логическое, пространственное и аналитическое мышление	Уровень развития психофизиологические качества обучающихся: память, внимание, логическое, пространственное и аналитическое мышление	Высокий – высоко развито восприятие, внимание, память, мышление, 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.	Беседа Наблюдение Опрос Практическая работа
Развивать познавательную активность и творческую инициативу обучающихся, в том числе посредством включения их в различные виды конкурсной деятельности.	Уровень развития познавательной активности и творческой инициативы обучающихся, в том числе посредством включения их в различные виды конкурсной деятельности.	Высокий – сильно развита познавательная активность и творческая инициатива, при выполнении заданий проявляет самостоятельную творческую активность, стремится участвовать во всех мероприятиях, результативность участия высокая. 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.	Наблюдения, практические работы, участие в конкурсах
Совершенствовать навыки командной работы, распределения ролей и управления проектами	Уровень владения навыками эффективной командной работы, распределения ролей и управления проектами	Высокий - легко включается в команду, активно участвует в групповой работе, может быть как лидером, так и рядовым участником, понимает свою роль и зону ответственности в команде. Средний - умеет работать в некоторых командах, понимает зону ответственности, выполняет свою часть, но не инициативен. Низкий - не умеет работать в команде, пассивен.	Наблюдение, защита проектов, оценка групповых проектов, решение творческих задач
Формировать умение аргументированно защищать свою точку зрения и	Владение навыками аргументированно защищать свою точку зрения и принимать	Высокий: результат своей работы оценивает адекватно, всегда контролирует себя сам, аргументированно высказывает свою позицию, спокойно принимает конструктивную критику.	Наблюдение, защита проектов, оценка групповых проектов, решение творческих задач

принимать конструктивную критику	конструктивную критику	Средний: не всегда адекватно оценивает результат своей работы (завышенная или заниженная самооценка), периодически требует контроля со стороны педагога, анализирует информацию с подсказками, не всегда адекватно воспринимает обоснованную критику. Низкий: не способен адекватно оценить результат своей работы, требует постоянного внимания и контроля со стороны педагога, не может сделать выводы, на обоснованную критику обижается и отказывается вносить исправления в работу.	
Задачи воспитания (представлены на основании «Рабочей программе воспитания ГОАУ ДО ЯО ЦДЮТТ на 2025-2027 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 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. Указ Президента Российской Федерации от 25.04.2022 № 231 «Об объявлении в Российской Федерации Десятилетия науки и технологий» // Официальное опубликование правовых актов: [сайт]. – URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202204250022> (дата обращения: 18.05.2024).
4. 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).
5. 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).
6. 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).
7. 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).
8. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 25 июля 2022 года № 2036-р 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).
9. 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).
10. 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).

11. 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).
12. 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).
13. 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).
14. Приказ Департамента образования Ярославской области от 07.08.2018 № 19-нп «Об утверждении Правил персонифицированного финансирования дополнительного образования детей в Ярославской области» // Официальное опубликование правовых актов: [сайт] – URL: <http://publication.pravo.gov.ru/document/7601201808100001> (дата обращения: 17.05.2024).
15. Устав ГОАУ ДО ЯО Центра детско-юношеского технического творчества// ГОАУ ДО ЯО Центр детско-юношеского технического творчества: [сайт]. – URL: https://cdutt.edu.yar.ru/dokumenti/ustav_goau_do_yao_tsdyyutt_ot_03_09_2018.pdf (дата обращения: 17.05.2024).

8.2. Информационные источники для педагогов и обучающихся

8.2.1. Информационные источники для педагогов и обучающихся по модулю «Нанотехнологии: основы химии, физики, биологии»

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. Мишкевич, Г. Рабочая грань алмаза / Г. Мишкевич. – Ленинград: ЛЕНИЗДАТ, 1982.
9. Мухин, М. Наноквантум тулkit / 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. Суздалев, И.П. Нанотехнология: физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов / И.П. Суздалев. – М.: КомКнига, 2006. – 592 с.
18. Техническая литература: [сайт]. – URL: <http://www.tehlit.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 и обучающихся по развивающему модулю «Шахматы»

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. 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. Бежавский. – 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 и обучающихся по развивающему модулю «Основы Microsoft Office»

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. Задачник-практикум по информатике: учебное пособие / под ред. И.Г. Семакина, Е.К. Хеннера. – М.: Лаборатория базовых знаний, 2000.
4. Информатика // Энциклопедия для детей Аванта+. – М.: Аванта, 2002.
5. Макарова, Н. Информатика. Методическое пособие для учителей / Н. Макарова. – СПб: Питер, 2003.
6. Подласый, И.П. Педагогика. 100 вопросов, 100 ответов / И.П. Подласый. – М.: ВЛАДОС, 2001.

8.2.4. Информационные источники для педагогов и обучающихся по модулю «Основы научной деятельности»

1. Лазарев, В.С. Новое понимание метода проектов в образовании / В.С. Лазарев. – Интернет-журнал «Проблемы современного образования». – 2011. – № 6. – с. 35-43. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/novoe-ponimanie-metoda-proektov-v-obrazovanii/viewer> (дата обращения: 09.07.2025).
2. Альтшуллер, Г.С. Найти идею: Введение в теорию решения изобретательских задач / Г.С. Альтшуллер. – Новосибирск: Наука, 1991. – 225 с.
3. Байбородова Л. В. Проектная деятельность школьников в разновозрастных группах: пособие для учителей общеобразовательных организаций / Л. В. Байбородова, Л. Н. Серебренников. – М.: Просвещение, 2013. – 175 с.
4. Байбородова, Л. В., Харисова И. Г., Чернявская А. П. Проектная деятельность школьников // Управление современной школой. Завуч. – 2014. - № 2. – С. 94-117.
5. Беспалько, В.П. Педагогика и прогрессивные технологии обучения / В.П. Беспалько. – М.: Педагогика, 1989. – 190 с.: ил.
6. Бурмистрова, Е. В. Методы организации исследовательской и проектной деятельности обучающихся: учебник для вузов / Е. В. Бурмистрова, Л. М. Мануйлова. — М.: Юрайт, 2025. — 115 с. // Образовательная платформа Юрайт: [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/568286> (дата обращения: 14.07.2025).
7. Вебер, С. А. О механизме реализации личностных ресурсов старшеклассников через проектную деятельность // Воспитание школьников. – 2013. - № 1. – С. 16-23.
8. Герасимов, Н.Г. Структура научного исследования. – М.: Мысль, 1985. – 217 с.
9. Гецов, Г. Работа с книгой: рациональные приемы. – М.: Книга, 1984. – 120 с.
10. Голуб, Г.Б. Перелыгина Е.А., Чуракова О.В. Метод проектов – технология компетентностно-ориентированного образования / Г.Б. Голуб, Е.А. Перелыгина, О.В. Чуракова. – Самара: Дом Фёдорова, 2006. – 176 с.
11. Железовская, Г.И. Креативная среда как фактор творческого саморазвития личности / Г.И. Железовская, Н.В. Абрамова, Е.Н. Гудкова // Перспективы науки и образования. – 2014. – № 1. – С. 120-125.

12. Земсков, Ю.П. Основы проектной деятельности / Земсков Ю.П., Асмолова Е.В. – М.: Лань, 2025. – 184 с.
13. Иванов, Г.И. Формулы творчества, или Как научиться изобретать / Г.И. Иванов. – М.: Форум, 2016. – 304 с.
14. Индивидуальный проект в старшей школе: сборник статей / Министерство образования и науки Удмуртской Республики АМОУ «Гуманитарный лицей»; под ред. Митрошиной Т.М. – Ижевск: Шелест, 2019. – 98 с.
15. Коротаева, Е.В. Образовательные технологии в педагогическом взаимодействии: учебник для вузов / Е. В. Коротаева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Юрайт, 2025. – 181 с. // Образовательная платформа Юрайт: [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/564042> (дата обращения: 14.07.2025).
16. Леонтович, А.В. Рекомендации по написанию исследовательской работы / А.В. Леонтович // Завуч. – 2001. – № 1. – С. 102-105.
17. Рузавин, Г.И. Методология научного познания / Г.И. Рузавин. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2012. – 287 с. – URL: https://techlibrary.ru/b1/2y1u1i1a1c1j1o_2k.2q._2u1f1t1p1e1p1m1p1d1j2g_1o1a1u1y1o1p1d1p_1q1p1i1o1a1o1j2g._2012.pdf (дата обращения: 12.07.2025).
18. Шумакова, Н.Б. Обучение и развитие одаренных детей / Н.Б. Шумакова. – Воронеж: МОДЭК, 2004. – 334 с.

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> (дата обращения 25.05.2025). – 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> (дата обращения 25.05.2025). – 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.ntmndt-si.ru/data/media/files/brochures/osnovy_skaniruyushcej_zondovoj_mikroskopii.pdf (дата обращения 25.05.2025). – 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 25.05.2025). – 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 25.05.2025). – 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 25.05.2025). – Текст: электронный.
7. Разновидности болезней волос и кожи головы // Доктор волос: [сайт]. – URL: <http://surgeryzone.net/medicina/bolezni-volos.html> (дата обращения 25.05.2025). – 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-vołosami-lechenie/> (дата обращения 25.05.2025). – 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-denezhnykh> (дата обращения 25.05.2025). – Текст: электронный.
11. Строение волос человека. Волосы: строение и функции // SYL.RU: [сайт]. – URL: https://www.syl.ru/article/154065/new_stroenie-vołos-cheloveka-vołosyi-stroenie-ifunksii (дата обращения 25.05.2025). – Текст: электронный.
12. Трихология: наука о волосах и коже головы: [сайт]. – URL: <http://www.trichology.ru/index.php?page=1069233949492512> (дата обращения 25.05.2025). – 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: 30.05.2025). – 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*. C. 58 (2016), 213–223.

9. ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Список реактивов для программы «Нанотехнологии: основы химии, физики, биологии» (первый год обучения)

1. Азотная кислота хч HNO_3	0,1 кг
2. Буферный раствор pH 4,01, уп. по 20 мл	10 упак.
3. Буферный раствор pH 7,01, уп. по 20 мл.	10 упак.
4. Буферный раствор для хранения pH-метра (KCl)	0,3 л
5. Буферные растворы HI 170030 для кондуктометра 12880	1 фл.
6. Аммоний фосфорнокислый $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$	0,5 кг
7. Аммония роданид NH_4SCN	0,1 кг
8. Аммония хлорид (Хлористый аммоний) NH_4Cl	0,1 кг
9. Аммиака водный раствор— NH_4OH	0,1 л
10. Бария хлорид BaCl_2	0,05 кг
11. Глицерин $\text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3$	0,02 л
12. Двуххромовокислый калий ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$)	0,1 кг
13. Железо сернокислое 7-водное $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0,3 кг
14. Железо хлорное III, 6-водное $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	0,2 кг
15. Жидкое стекло $\text{Na}_2\text{O}(\text{SiO}_2)_n$	0,5 кг
16. Индигокармин краситель	0,05 кг
17. Йод кристаллический	0,05 кг
18. Калий железосинеродистый чда $\text{C}_6\text{N}_6\text{FeK}_3$	0,1 кг
17. Калий йодистый хч KI	0,3 кг
19. Калия нитрат хч KNO_3	0,5 кг
20. Калия хромат K_2CrO_4	0,2 кг
21. Калия Сульфат K_2SO_4	0,2 кг
22. Камфора кристаллическая	0,3 кг
23. Канифоль сосновая ($\text{C}_{19}\text{H}_{29}\text{COOH}$)	0,5 кг
24. Квасцы алюмоаммонийные ч/хч/чда $\text{NH}_4\text{Al}(\text{SO}_4)_2$	0,5 кг
25. Квасцы алюмокалиевые ч/хч/чда $\text{AlK}(\text{SO}_4)_2$	1,0 кг
26. Квасцы железоаммонийные ч/хч/чда $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$	0,3 кг
27. Квасцы хромокалиевые ч/хч/чда KCrS_2O_8	1 кг
28. Кобальт азотнокислый $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$	0,2 кг
29. Кобальт сернокислый семиводный $\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0,2 кг
30. Кобальт хлористый, 6-водный $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	0,2 кг
31. Калий железосинеродистый чда $\text{C}_6\text{N}_6\text{FeK}_3$	0,3 кг
32. Крахмал хч ($\text{C}_6(\text{H}_2\text{O})_5$) _n	1 кг
33. Краситель по Романовскому и Гимза	по 0,1 л.
34. Лакмус индикатор	0,05 кг
35. Лимонная кислота $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$	0,5 кг
36. Магния сульфат, 7-водный $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0,5 кг
37. Медь сернокислая 5-водная $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	1,0 кг
38. Медь хлорная, 2-водная $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	0,3 кг
39. Метиленовый синий (голубой) хч $\text{C}_{16}\text{H}_{18}\text{ClN}_3\text{S}$	0,05 кг
40. Метиловый оранжевый хч $\text{C}_{14}\text{H}_{14}\text{N}_3\text{NaO}_3\text{S}$	0,05 кг
41. Мурексид индикатор	0,05 кг
42. Натрия ацетат, 3-водный хч $\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	0,05 кг
43. Натрия гидроксид чда NaOH	0,1 кг
44. Натрия гидроокись стандарт-титр 0,1 н	1 упак.
45. Натрия карбонат Na_2CO_3	0,1 кг

46. Натрия гидрокарбонат NaHCO_3	0,1 кг
47. Натрия хлорид NaCl	0,5 кг
48. Натрия сульфат хч Na_2SO_4	0,1кг
49. Натрия силикат Na_2SiO_3	1 фл.
50. Никель хлористый хч NiCl_2	0,1кг
51. Нитрат серебра хч AgNO_3	0.05кг
52. Перекись водорода, 37% H_2O_2	1 л
53. Пирокатехиновый фиолетовый индикатор	0,01кг
54. Сахароза или глюкоза ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$)	0,5кг
55. Серебро азотнокислое AgNO_3	0.05 кг
56. Свинца ацетат хч $\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2$	0,1кг
57. Серная кислота, концентрированная хчда H_2SO_4	0 ,2 кг
58. Соляная кислота концентрированная HCl	0,3 кг
59. 95% этиловый спирт ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$)	1,0 кг
60. Тимоловый синий индикатор $\text{C}_{27}\text{H}_{30}\text{O}_5\text{S}$	0,05кг
61. Уксусная кислота ледяная хч $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$	0,1кг
62. Уксусная кислота пищевая, бутылка 0,2 л $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$	2 шт
63. Уголь активированный	0,5 кг
64. Универсальная индикаторная бумага для определения pH	5 фл.
65. Фенолфталеин индикатор $\text{C}_{20}\text{H}_{14}\text{O}_4$	0,05кг
66. Фиксанал серной кислоты Химические реактивы упак. H_2SO_4	1 упак.
67. Фиксанал соляной кислоты Химические реактивы упак. HCl	1 упак.
68. Цинк гранулированный Zn	0,01кг
69. Цинк сернокислый 7-водный $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0,1кг
70. Термохромные краски Расходные материалы набор	5 шт.
71. Индикаторы влажности Бумажные индикаторы	20 шт.
72. Флуоресцентный порошок	1 шт.
74 Желатиновые пластины пищевые	5 упак.
75 Пищевые красители натуральные, набор 5 шт.	2 упак.
76 Раствор йода аптечный	3 фл.
77. Цеолиты калиевые, натриевые $\text{Mex}/n[\text{Al}_x\text{Si}_y\text{O}_2(\text{x}+\text{y})] \times \text{zH}_2\text{O}$	по 0,5 кг
78. Орбизы	0,1 кг
Для молекулярной кухни:	
79. Альгинат натрия	0,1 кг
80. Агар-агар порошок 1000 ед.	0,1 кг
81. Цитрат натрия	0,1 кг
82. Лактат кальция или его замена	0,1 кг

**Список реактивов для программы
«Нанотехнологии: основы химии, физики, биологии»
(второй год обучения)**

№, п/п	Наименование	Химическая формула	Квалификац ия химических реактивов (тех, ч, чда, хч, осч)	ГОСТ	Кол-во	Ед. изм
1	2	3	4	5	6	7
1	L- цистеин		хч	ГОСТ 34151- 2017	0,05	кг
2	Агар мясо- пептонный на основе мяса говяжьего, 200мл, НИЦФ (058106), фл.				0,20	мл
3	Агар питательный сухой-ГРМ, 250г, Оболенск, (О1), 1уп.				0,25	кг
4	Агар-агар микробиологическ ий, 500г, 1уп.				0,50	кг
5	Азотная кислота	HNO ₃	ХЧ	ГОСТ 4461-77 (плотност ь 1,21 г/мл) не менее	0,05	кг
6	Алюминий азотнокислый 9водный	Al(NO ₃) ₃ ·9H ₂ О	хч	ГОСТ 3757-75	0,20	кг
7	Алюминия сульфат	Al ₂ (SO ₄) ₃	ЧДА, ХЧ	ГОСТ 12966-85	0,02	кг
8	Аммиака водный раствор	NH ₄ OH	ХЧ	ГОСТ 3760 (25 %-мый)	0,10	литр
9	Аммония дигидроортофосфа т	NH ₄ H ₂ PO ₄	ХЧ	ГОСТ 3771-74	0,01	кг
10	Аммония роданид	NH ₄ SCN	ЧДА, ХЧ	ГОСТ 27067-86	0,05	кг
11	Аммония хлорид	NH ₄ Cl	ЧДА, ХЧ	ГОСТ 221 0-73	0,02	кг
12	Анилин	C ₆ H ₅ NH ₂	ХЧ	ГОСТ 313 -77	0,01	кг

13	Бария хлорид	BaCl ₂	ХЧ	ГОСТ 4108-72	0,02	кг
14	Бензин АИ-95		ЧДА, ХЧ	ГОСТ 32513-2013	0,10	литр
15	Бихромат калия	K ₂ Cr ₂ O ₇	ЧДА, ХЧ	ГОСТ 2652-78	0,02	кг
16	Борная кислота	H ₃ BO ₃	ХЧ	ГОСТ 18704-78	0,10	кг
17	Бриллиантовый зеленый		ХЧ	ГОСТ: 933661	0,02	кг
18	Гидроксид кальция (гашеная известь)	Ca(OH) ₂	ЧДА, ХЧ	ГОСТ 24363-80	0,05	кг
19	Глюкоза	C ₆ H ₁₂ O ₆	ЧДА, ХЧ	ГОСТ Р 70295-2022	0,01	кг
20	Железо сернокислое 7-водное	FeSO ₄ ·7H ₂ O	ЧДА, ХЧ	ГОТ 4148-78	0,01	кг
21	Железо хлорное III, 6-водное	FeCl ₃ ·6H ₂ O	ХЧ	ГОСТ 4147-74	0,10	кг
22	Изобутиловый спирт	C ₄ H ₁₀ O, (CH ₃) ₂ CHCH ₂ OH	ХЧ	ГОСТ 9536-2013	0,10	кг
23	Индигокармин	C ₁₆ H ₈ N ₂ Na ₂ O ₈ S ₂	ЧДА	ГОСТ 33293-2015	0,01	кг
24	Калий железосинеродистый	C ₆ N ₆ FeK ₃	ЧДА	ГОСТ 4206-75	0,05	кг
25	Калимагнезия (Комплексное калийно-магниевое удобрение)	(K ₂ SO ₄ ·MgSO ₄)		ГОСТ 218423	1,00	флакон
26	Калия гидроксид	KOH	ХЧ	ГОСТ 24363-80	0,02	кг
27	Калия йодид	KI	ЧДА	ГОСТ 4232-74	0,10	кг
28	Калия нитрат	KNO ₃	хч	ГОСТ 8.579-2002	0,05	кг
29	Калия перманганат	KMnO ₄	ЧДА	ГОСТ 20490-75	0,01	кг
30	Калия роданид (Тиоцианат калия)	KSCN	хч	ГОСТ 4139-75	0,05	кг
31	Калия Сульфат	K ₂ SO ₄	ХЧ	ГОСТ 4145-74	0,10	кг
32	Калия хлорид	KCl	ХЧ	ГОСТ 4568-95	0,50	кг
33	Калия хромат	K ₂ CrO ₄	ХЧ	ГОСТ 4517-2016	0,10	кг

34	Кальция гидроксид		ЧДА, ХЧ	ГОСТ 9262-77	0,05	кг
35	Кальция дигидрофосфат	$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$	ЧДА, ХЧ	ГОСТ 23999-80	0,10	кг
36	Кальция ортофосфат	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	ЧДА, ХЧ	ГОСТ 23999-80	0,10	кг
37	Краситель азури-эозин по Романовскому	$\text{C}_{51}\text{H}_{40}\text{Br}_4\text{Cl}_2\text{N}_6\text{Na}_2\text{O}_5\text{S}_2$		ТУ 9398-003-29508133-2011	5	флакон
38	Крахмал	$(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$	ХЧ	ГОСТ Р 53876-2010	0,50	кг
39	Масло имерсионное для икрископии			ГОСТ 13739-78	0,02	литр
40	Меди ацетат	$\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2$	ХЧ	ГОСТ 4517-87	0,05	кг
41	Медь сернокислая 5-водная	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	ХЧ	ГОСТ 7205-77	0,10	кг
42	Метиленовый синий (голубой)	$\text{C}_{16}\text{H}_{18}\text{ClN}_3\text{S}$	ХЧ	ГОСТ 4919.1-77	0,01	кг
43	Мочевина	$\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$	ХЧ	ГОСТ 32468-2013	0,10	кг
44	Набор красителей по Граму				2	набор
45	Натрий уксуснокислый 3 водный	$\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	ЧДА	ГОСТ 199-78	0,02	кг
46	Натрия карбонат	Na_2CO_3	ХЧ	ГОСТ 32802-2014	0,50	кг
47	Натрия гидроксид	NaOH	ХЧ	ГОСТ 4328	0,10	кг
48	Натрия гидросульфит или бисульфит натрия	NaHSO_3	ХЧ	ГОСТ Р 52543-2006	0,05	кг
49	Натрия нитрат	NaNO_3	ХЧ	ГОСТ 19906-2023	0,10	кг
50	Натрия нитрит	NaNO_2	хч	ГОСТ 19906-2023	0,05	кг
51	Натрия нитрит (Е250)	NaNO_2	ЧДА, ХЧ	ГОСТ 32781-2014	0,05	кг
52	Натрия сульфат	Na_2SO_4		ГОСТ 21458-75	0,10	кг
53	Натрия хлорид	NaCl	ХЧ	ГОСТ 4233-77	0,50	кг

54	Натрия цитрат	$\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$	ЧДА, ХЧ	ГОСТ 31227-2013	0,05	кг
55	Никеля сульфат	NiSO_4	ХЧ	ГОСТ 2665-86	0,10	кг
56	Никеля хлорид	NiCl_2	ХЧ	ГОСТ 4038-79	0,10	кг
57	Нитрофоска, азотно-фосфорно-калийное удобрение	азот, фосфор и калий		ГОСТ 11365-75	0,05	кг
58	Перекись водорода 37%	H_2O_2	ХЧ	ГОСТ 177-88	0,05	литр
59	Пирокатехиновый фиолетовый	$\text{C}_{19}\text{H}_{14}\text{O}_7\text{S}$	ЧДА	ТУ 115-41-3	0,01	кг
60	Питательная среда для выделения и культивирования лактобацилл сухая (Лактобакагар)				0,25	кг
61	Полиакриламид, сухой гидрогель	(- $\text{CH}_2\text{CHCONH}_2$) _n .			0,50	кг
62	Проволока вольфрамовая диаметр 0,15 мм (калиброванная), ВР-5/20			ГОСТ 18903-73	3,0	м
63	Раствор Люголя	$\text{I} + \text{KI}$			3	флакон
64	Раствор полиглюкина 33 %			ГОСТ 4517-2016	5	мл
65	Реагенты для типирования крови по антигенам эритроцитов:					
	Цоликлон анти-D IgM				5,00	мл
	Цоликлон анти-A				5,00	мл
	Цоликлон анти-AB				5,00	мл
	Цоликлон анти-B				5,00	мл
66	Салициловая кислота	$\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_3$,	ХЧ	ГОСТ 624-70	0,05	кг
67	Свинца ацетат	$\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2$	ХЧ	ГОСТ 1027-67	0,01	кг

68	Свинца(II)Нитрат	Pb(NO3)2	ЧДА, ХЧ	ГОСТ 4236-77	0,01	кг
69	Серебра нитрат	AgNO3	ЧДА, ХЧ	ГОСТ 1277-75	0,02	кг
70	Серная кислота, концентрированная	H2SO4	ХЧ	ГОСТ 2184-2013	0,05	кг
71	Соляная кислота концентрированная	HCl	ХЧ	ГОСТ 3118, х.ч.,	0,05	кг
72	Сульфаниловая кислота	C6H7NO3S	ХЧ	ГОСТ 5821-78	0,05	кг
73	Тетраборат натрия, натриевая соль борной кислоты	Na2B 4O 7	ХЧ	ГОСТ 4199-76	0,10	кг
74	Тимоловый синий, индикатор	C27H30O5S.	ЧДА	ТУ 6-09-3501-78	0,01	кг
75	Уксусная кислота	CH3COOH	ЧДА	ГОСТ Р 55982-2014	0,10	кг
76	Универсальная индикаторная бумага для определения pH 0-12			ТУ 6-09-1181-89	2	флакон
77	Уротропин	C6H12N4.	ЧДА	ГОСТ 1381-73	0,02	кг
78	Фенолфталеин индикатор	C20H14O4.		ГОСТ 5850-72	0,02	литр
79	Фиксатор-краситель эозин метиленовый синий по Май-Грюнвальду				1	флакон
80	Хрома(III) сульфат	Cr2(SO4)3	ЧДА, ХЧ	ГОСТ 4472-78	0,02	кг
81	Хрома(III) хлорид	CrCl3	ЧДА, ХЧ	ГОСТ 4473-78	0,02	кг
82	Цинк гранулированный	Zn	ЧДА, ХЧ	ГОСТ 3640—65	0,02	кг
83	Цинка сульфат, сернокислый цинк	ZnSO4	ЧДА, ХЧ	ГОСТ 4174-77	0,02	кг
84	Эриохром черный Т	C20H12N3O7 SNa.	ЧДА	ТУ 6-09-1760-87	0,05	кг
85	Этиловый спирт 95%	C2H5OH	Ч	ГОСТ Р 51723-2001	1	кг
Аптечные препараты						
86	Альбумина стандартный раствор 10 %				10	ампул
87	Аскорбиновая кислота	C6H8O6	ХЧ		0,05	кг

88	Викасол				1	уп
89	Витамин Д				1	уп
90	Гистидина раствор 0,01 %				5	ампул
91	Лактобактерин лиофилизат д/приг суспензии для приема внутрь и местного применения 5 доз 10 шт				1	уп
92	Масло вазелиновое				1	флако н
93	Натрий хлористый, 0,9 % раствор				10	ампул
94	Никотиновая кислота				1	уп
95	Пиридоксин				1	уп
96	Ретинол				1	уп
97	Рибофлавин				1	уп
98	Рутин				1	уп
99	Рыбий жир				1	уп
100	Тиамин				1	уп
101	Тирозина раствор 0,01 %				5	ампул
102	Токоферол				1	уп
103	Триптофана раствор 0,01 %				5	ампул
104	Флавин				1	уп
105	Лецитин соевый 100 г				1,00	уп
106	Поливиниловый спирт, 200 г				1,00	уп
107	Масло касторовое, 50 мл				1,00	флако н
108	Масло оливковое очищенное, 0.2 л				1,00	флако н
109	Воск пчелиный, 0,1 кг				1,00	уп