

Государственное автономное образовательное учреждение дополнительного образования
«Центр для одаренных детей «Поиск»

УТВЕРЖДЕНО
приказом Центра «Поиск»
№ 133 от 25 марта 2025 г.

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая
программа технической направленности

«НАНОТЕХНОЛОГИИ. НАНОТЕХНОЛОГИИ В ФИЗИКЕ И ХИМИИ»

Направление:	наука
Возраст обучающихся:	13-15 лет
Объем программы:	102 часа
Срок освоения:	1 год
Форма обучения:	очная
Авторы программы:	Блинова Анастасия Александровна, педагог ДООП Центра «Поиск»

Ставрополь, 2025

СОДЕРЖАНИЕ

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА	1
1. ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОГРАММЫ	1
2. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ .	6
3. УЧЕБНЫЙ ПЛАН РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОГО КУРСА «НАНОТЕХНОЛОГИИ. НАНОТЕХНОЛОГИИ В ФИЗИКЕ И ХИМИИ».....	7
4. КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК УЧЕБНОГО КУРСА «НАНОТЕХНОЛОГИИ. НАНОТЕХНОЛОГИИ В ФИЗИКЕ И ХИМИИ».....	8
5. РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОГО КУРСА « НАНОТЕХНОЛОГИИ. НАНОТЕХНОЛОГИИ В ФИЗИКЕ И ХИМИИ».....	9
5.1 УЧЕБНЫЙ ПЛАН РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОГО КУРСА «НАНОТЕХНОЛОГИИ В ФИЗИКЕ И ХИМИИ».....	10
5.2 КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК УЧЕБНОГО КУРСА «НАНОТЕХНОЛОГИИ. НАНОТЕХНОЛОГИИ В ФИЗИКЕ И ХИМИИ».....	11
5.3 ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН КУРСА «НАНОТЕХНОЛОГИИ. НАНОТЕХНОЛОГИИ В ФИЗИКЕ И ХИМИИ»	12
5.4 СОДЕРЖАНИЕ КУРСА « НАНОТЕХНОЛОГИИ. НАНОТЕХНОЛОГИИ В ФИЗИКЕ И ХИМИИ»	15
6. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ.....	25
7. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ	27
8. КАДРОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ	48
9. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО	48
10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОГРАММЫ	49
Приложение 1.....	51

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Нанотехнологии на сегодняшний день являются наиболее перспективным направлением, так как в период бурного развития науки и техники требования к новым материалам повышаются, а традиционные материалы и подходы к их созданию часто морально устарели. Требуется поиск новых методов получения и исследования материалов с заданными свойствами, а значит, имеется необходимость в данной программе. В связи с этим неслучайно развитие нанотехнологии является приоритетным в государственной политике России.

Нанотехнологии качественно отличаются от традиционных дисциплин, поскольку на таких масштабах привычные, макроскопические технологии обращения с материей часто неприменимы, а микроскопические явления, пренебрежительно слабые на привычных масштабах, становятся намного значительнее: свойства и взаимодействия отдельных атомов и молекул или агрегатов молекул (например, силы Ван-дер-Ваальса), квантовые эффекты.

Нанотехнология, в особенности, молекулярная технология – новые, очень малоисследованные дисциплины. Основные открытия, предсказываемые в этой области, пока не сделаны, тем не менее, проводимые исследования уже дают практические результаты. Использование в нанотехнологии передовых научных достижений позволяет относить ее к высоким технологиям. Нанотехнология – следующий логический шаг развития электроники и других наукоемких производств.

Первые предположения о возможности исследования объектов на атомном уровне можно встретить в книге «*Opticks*» Исаака Ньютона, вышедшей в 1704 г. В книге Ньютон выражает надежду, что микроскопы будущего когда-нибудь смогут исследовать «тайны корпускул». Впервые термин «нанотехнология» употребил Норио Танигути в 1974 г. Он назвал этим термином производство изделий размером несколько нанометров. В 1980-х годах этот термин использовал Эрик К. Дрекслер в своих книгах: «Машины создания: Грядущая эра нанотехнологии» («*Engines of Creation: The Coming Era of Nanotechnology*») и «*Nanosystems: Molecular Machinery, Manufacturing, and Computation*».

1. ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОГРАММЫ

Образовательная система – основное (школьное) и дополнительное образование – должны возглавлять и в какой-то степени опережать все остальные системы. Самая важная сегодня задача – подготовить детей к комфортной и безопасной жизни в цифровом обществе, к осознанному выбору профессии, творческому подходу ко всем направлениям деятельности человека, разумному и бережному отношению к окружающей действительности, природным и цифровым объектам, созданным человеческим разумом.

В последнее время нанотехнологии прочно вошли в нашу жизнь. Практически все сферы промышленности и технологий используют плоды нанотехнологии. В связи с этим возникает необходимость подготовки специалистов, которые в достаточной мере будут знать основы данной отрасли для дальнейшей профессиональной подготовки.

Данная дисциплина поможет учащимся в освоении базовых навыков и знаний при планировании и расчете эксперимента, позволит получить недостающие знания о современном состоянии нанонауки в физике и химии, освоить нанотехнологии в различных отраслях промышленности.

1.1. Направленность программы

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Нанотехнологии. Нанотехнологии в физике и химии» имеет техническую направленность.

1.2. Адресат программы

Программа адресована обучающимся от 13 до 15 лет.

Программа предназначена для одаренных учащихся общеобразовательных организаций 8-9 классов, проявляющих повышенный интерес к инновационным технологиям.

Возрастная категория обучающихся – разновозрастная.

Необходимы базовые знания по следующим школьным предметам: химия, физика, биология, алгебра, информатика.

Наличие определенной физической и практической подготовки для изучения учебной программы не требуется.

1.3. Актуальность программы

В связи с бурным развитием нанотехнологической науки, особенно в области физики и химии, существенно расширяется область применения научных достижений в различных сферах человеческой деятельности. Проникая незаметно в нашу жизнь, продукты нанотехнологической отрасли (компьютерная техника, мобильные средства связи, устройства видеонаблюдения, датчики различных процессов, источники энергии и т.д.) становятся ее неотъемлемой частью. При этом отделить нанотехнологические системы от микротехнологических, при изучении устройств подобных приборов является весьма сложной задачей.

1.4. Отличительные особенности/новизна программы

Новизна данной программы заключается:

- в способе формирования задатков ключевых компетенций, средством же служит применение метода учебных кейсов для развития навыков самостоятельной работы у обучающихся;
- изучение химии и физики в рамках программы «Нанотехнологии» дает более широкие возможности, предъявляя дополнительные требования к реализации внутрипредметных и межпредметных связей;

- программа допускает возможность корректировки и видоизменения тематического содержания в процессе обучения, что обусловлено личными целями обучающегося, личностным содержанием его образования, рефлексией обучающегося, выводящей его на самоконтроль и самооценку;

- наряду с традиционными технологиями при реализации программы широко применяются исследовательские методы обучения, ТРИЗ и командная работа.

Уровень освоения программы – углубленный.

1.5 Объем и срок освоения программы

Объем программы – 102 часа.

Срок реализации программы – 1 год для учебного курса «Нанотехнологии в физике и химии».

1.6. Цели и задачи программы

Целью данной программы является привлечение школьников к исследовательской, изобретательской, научной и инженерной деятельности в сфере нанотехнологий.

Задачи программы

1. Обучающие:

На основе имеющиеся у обучающихся знаний и умений углубить и систематизировать познания в области наноиндустрии:

- освоить основные термины и понятия в области нанотехнологий;
- изучить основы и средства технологий в области нанокompозитов и наноматериалов;
- изучить взаимосвязи инновационных технологий в современном мире.

Формировать навыки в области компьютерного моделирования наноразмерных систем:

- изучить средства и методы для создания пространственного изображения разнообразных атомов и молекул;
- изучить средства и инструменты моделирования получаемых веществ;
- изучить средства и методы для создания презентационных материалов для продвижения и защиты своего научно-технического кейса.

2. Развивающие:

- осуществить социализацию и адаптацию обучающихся к жизни в современном обществе, формирование общей культуры обучающихся;
- развивать культуру здорового и безопасного образа жизни;
- расширить творческие способности на основе креативного, пространственного и проектного мышления;
- развить критическое мышление в процессе поиска оптимальной дизайн-концепции;
- развить психофизиологические качества: память, воображение, внимание;

–получить навыки эффективной деятельности в индивидуальной и командной работе.

3. Воспитательные:

–сформировать определенное мировоззрение, связанное с устоями и обычаями, национальными и культурными традициями, историей Ставропольского края, межнациональной и межрелигиозной толерантностью;

–повысить уровень самоанализа и критическое мышление;

–развить качества мышления, необходимые для адаптации в современном информационном обществе;

–научить ответственно оценивать свои учебные достижения, черты своей личности, учитывать мнение других людей при определении собственной позиции в самооценке;

–научить соотносить приложенные усилия с полученными результатами своей деятельности;

–помочь приобрести целеустремленность, навыки самоорганизации;

–расширить позитивное, ценностное отношение к природе, собственному здоровью и здоровью других людей;

–воспитать качества личности, обеспечивающие социальную мобильность, способность принимать самостоятельные решения;

–воспитать убежденность в возможности познания законов природы и использования достижений науки на благо развития человеческой цивилизации; в необходимости сотрудничества в процессе совместного выполнения задач, уважительное отношения к мнению оппонента при обсуждении проблем естественнонаучного содержания; готовность к морально-этической оценке использования научных достижений, чувство ответственности за защиту окружающей среды.

–

1.7. Планируемые результаты освоения программы

1. Предметные результаты:

– владеет теоретическими знаниями (по основным разделам учебного плана программы), системой понятий;

– владеет специальной терминологией;

– знает правила и алгоритмы деятельности;

– оперирует информационными объектами, используя компьютерное квантово-химическое моделирование полученных веществ;

– оценивает числовые параметры информационных объектов и процессов: объем памяти, необходимый для хранения информации, скорость передачи информации;

– участвует в технологии получения инновационных наноразмерных объектов различной функциональной направленности;

– умеет создавать и использовать различные формы представления информации: презентации, формулы, графики, диаграммы, таблицы (в том числе динамические, электронные, в частности, в практических задачах), переходить от одного представления данных к другому;

- осуществляет обработку цифровых изображений;
- следует требованиям техники безопасности, гигиены, эргономики и ресурсосбережения при работе со средствами информационных и коммуникационных технологий.

2. Метапредметные результаты:

- владеет способами и методикой обоснования своих предложений при разработке научно-технического кейса, основанного на концептуальном, творческом подходе к решению инновационных задач;
- владеет базовыми и расширенными возможностями информационных технологий в компьютерном квантово-химическом моделировании полученных веществ;
- способен использовать возможности информационных технологий и Интернет-ресурсов для создания новых материалов;
- владеет программными принципами работы компьютерных технологий при создании научно-технических кейсов;
- знает назначение и функции, используемых информационных и коммуникационных технологий.

3. Личностные результаты:

- владеет культурой мышления, способностью к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения;
- умеет логически верно, аргументировано и ясно строить устную и письменную речь;
- готов к работе в коллективе;
- умеет использовать нормативно-правовые документы в своей деятельности;
- стремится к саморазвитию и адаптации к жизни;
- умеет критически оценивать свои достоинства и недостатки, намечать пути и выбирать средства развития достоинств и устранения недостатков;
- осознаёт социальную значимость своей будущей профессии, обладает высокой мотивацией к выполнению профессиональной деятельности;
- осознаёт сущность и значение информации в развитии современного общества;
- владеет основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации;
- способен работать с информацией в глобальных компьютерных сетях;
- владеет навыками безопасного поведения в информационной среде.

2. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

2.1. Язык реализации программы

Реализация дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы «Нанотехнологии. Нанотехнологии в физике и химии» осуществляется на государственном языке Российской Федерации (на русском языке).

2.2. Форма обучения: очная.

2.3. Особенности реализации программы

Программа реализуется по модульному принципу.

2.4. Условия набора и формирования групп

Условия набора обучающихся.

На обучение зачисляются обучающиеся 8-9 классов общеобразовательных организаций Ставропольского края.

Зачисление на обучение по программе осуществляется по результатам конкурсного отбора в соответствии с Правилами приема обучающихся в региональный центр выявления, поддержки и развития способностей и талантов детей и молодёжи Ставропольского края «Сириус 26» на 2024 – 2025 учебный год.

Условия конкурсного отбора гарантируют соблюдение прав обучающихся в области дополнительного образования и обеспечивают зачисление наиболее способных и подготовленных обучающихся к освоению программы.

Условия формирования групп: разновозрастная.

2.5. Формы организации и проведение занятий

Формы организации занятий: аудиторные (под непосредственным руководством преподавателя).

Формы проведения занятий:

- теоретические;
- практические;
- контрольные (презентация-защита научно-технического проекта).

Формы организации деятельности обучающихся:

- фронтальная: беседа-дискуссия на основе теоретического материала;
- коллективная (ансамблевая): организация проблемно-поискового или творческого взаимодействия между всеми детьми одновременно.
- индивидуальная: выполнение научно-технического проекта.

Режим занятий: очная форма обучения: 8-9 классы – 3 урока 1 раз в неделю. Программа реализуется в г. Ставрополе.

3. УЧЕБНЫЙ ПЛАН РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОГО КУРСА «НАНОТЕХНОЛОГИИ. НАНОТЕХНОЛОГИИ В ФИЗИКЕ И ХИМИИ»

№ п/п	Наименование модуля, учебного курса	Количество часов			Формы контроля / аттестации
		Теория	Практика	Всего	
1	Нанотехнологии в физике и химии	35	67	102	Презентация и публичная защита научно-технологического проекта
Итого:		35	67	102	

**4. КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК УЧЕБНОГО КУРСА
«НАНОТЕХНОЛОГИИ. НАНОТЕХНОЛОГИИ В ФИЗИКЕ И ХИМИИ»**

Наименование модуля, учебного курса	Год обучения	Дата начала обучения	Дата окончания обучения	Количество учебных недель	Количество учебных дней	Количество учебных часов	Режим занятий
Нанотехнологии в физике и химии	1 год обучения	03.09.2025	28.05.2026	34	34	102	3 урока 1 раз в неделю

5. РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОГО КУРСА « НАНОТЕХНОЛОГИИ. НАНОТЕХНОЛОГИИ В ФИЗИКЕ И ХИМИИ»

Курс «Нанотехнологии в физике и химии» предназначен для обучающихся 8-9 классов.

Курс знакомит обучающихся с приемами формирования пространства, основами технологии получения наноматериалов, методами анализа строения и свойств на современном уровне, компьютерном квантово-химическом моделировании с помощью компьютерных технологий.

В результате освоения учебного курса обучающийся должен знать:

- основные принципы организации разработки и анализа наноматериалов и наносистем;
- методики получения и анализа наноматериалов и наносистем;
- принципы получения безопасных наноматериалов с высокими эстетическими и экологическими характеристиками;
- базовые и расширенные возможности информационных технологий в компьютерном квантово-химическом моделировании и проектировании;
- способы использования возможностей информационных технологий и Интернет-ресурсов для создания научно-технологического проекта.

Уметь:

- создавать наноразмерные композиты на основе современных технологий;
- применять базовые знания в области способов получения инновационных материалов для nanoиндустрии с помощью современных технологий;
- оперировать с информационными объектами, используя графический интерфейс: открывать, именовать, сохранять объекты, архивировать и разархивировать информацию, пользоваться меню и окнами, справочной системой; предпринимать меры антивирусной безопасности.
- понимать современное состояние нанонауки в физике и химии.

5.1 УЧЕБНЫЙ ПЛАН РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОГО КУРСА «НАНОТЕХНОЛОГИИ В ФИЗИКЕ И ХИМИИ»

№ п/п	Наименование модуля, учебного курса	Количество часов			Формы контроля / аттестации
		Теория	Практика	Всего	
1	Модуль 1. Основные понятия, технологии получения и анализ полученных материалов в области нанотехнологии	14	16	30	Тестирование с самопроверкой
2	Модуль 2. Оборудование для работы с наноматериалами	12	30	42	Тестирование с самопроверкой
3	Модуль 3. Нанопокрытия и наноматериалы для модификации поверхности	9	21	30	Презентация и публичная защита научно-технологического проекта
Итого:		35	67	102	

5.2 КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК УЧЕБНОГО КУРСА «НАНОТЕХНОЛОГИИ. НАНОТЕХНОЛОГИИ В ФИЗИКЕ И ХИМИИ»

Наименование модуля, учебного курса	Год обучения	Дата начала обучения	Дата окончания обучения	Количество учебных недель	Количество учебных дней	Количество учебных часов	Режим занятий
Модуль 1. Основные понятия, технологии получения и анализ полученных материалов в области нанотехнологии	1 год обучения	03.09.2025	27.12.2025	15	15	30	3 урока 1 раз в неделю
Модуль 2. Оборудование для работы с наноматериалами		12.01.2026	14.04.2026	12	12	42	3 урока 1 раз в неделю
Модуль 3. Нанопокрyтия и наноматериалы для модификации поверхности		15.04.2026	28.05.2026	7	7	30	3 урока 1 раз в неделю

5.3 ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН КУРСА «НАНОТЕХНОЛОГИИ. НАНОТЕХНОЛОГИИ В ФИЗИКЕ И ХИМИИ»

№ п/п	Наименование раздела, темы	Количество часов			Форма контроля
		Теория	Практика	Всего	
Модуль 1. Основные понятия, технологии получения и анализ полученных материалов в области нанотехнологий					
1	Инструктаж по технике безопасности в исследовательской лаборатории и на технологической площадке	2	1	3	Практическое занятие. Текущий контроль
2	История возникновения нанотехнологии. Общие понятия и термины	2	1	3	Практическое занятие. Текущий контроль
3	История возникновения нанотехнологий. История личностей	2	1	3	Практическое занятие. Текущий контроль
4	История возникновения нанотехнологий. Оборудование и материалы	2	1	3	Практическое занятие. Текущий контроль
5	Классификация наноструктур. Наночастицы и нанокластеры	1	2	3	Практическое занятие. Текущий контроль
6	Классификация наноструктур. Роль поверхностных атомов. Магические числа	1	2	3	Практическое занятие. Текущий контроль
7	Классификация наноструктур. Квантовые точки	1	2	3	Практическое занятие. Текущий контроль
8	Нанопленки. История, применение, перспективы	1	2	3	Практическое занятие. Текущий контроль
9	Современные полупроводниковые наноразмерные материалы	1	2	3	Практическое занятие. Текущий контроль
10	Современные полупроводниковые	1	2	3	Тестирование с

	наноразмерные материалы. Практическое применение				самопроверкой
	Итого:	14	16	30	
Модуль 2. Оборудование для работы с наноматериалами					
1	Электронная микроскопия. Электронные микроскоп	1	2	3	Практическое занятие. Текущий контроль
2	Электронная микроскопия. Туннельная микроскопия. Просвечивающая микроскопия	1	2	3	Практическое занятие. Текущий контроль
3	Атомно-силовая микроскопия. Современные АСМ	0	3	3	Практическое занятие. Текущий контроль
4	Атомно-силовая микроскопия. Методы АСМ	3	2	5	Текущий контроль
5	Способы фазового анализа. Рентгеновская дифрактометрия	1	2	3	Практическое занятие. Текущий контроль
6	Способы анализа фазового состава вещества. Ик-Фурье спектрометрия	1	2	3	Практическое занятие. Текущий контроль
7	Способы анализа физических свойств веществ. Измерение поверхностного натяжения	0	3	3	Практическое занятие. Текущий контроль
8	Способы измерения физических свойств веществ. Измерение плотности. Измерение адгезионной стойкости материалов	1	2	3	Практическое занятие. Текущий контроль
9	Способы измерения оптических свойств веществ. Спектры поглощения и отражения веществ	1,5	1,5	3	Практическое занятие. Текущий контроль
10	Способы измерения оптических свойств веществ. Спектры диффузного отражения	1,5	1,5	3	Практическое занятие. Текущий контроль
11	Анализ геометрических размеров частиц и данных по распределению при помощи электронной микроскопии	1	4	5	Практическое занятие. Текущий контроль
12	Анализ геометрических размеров частиц и данных по	0	5	5	Тестирование с самопроверкой

	распределению при помощи статического рассеяния света				
	Итого:	12	30	42	
Модуль 3. Нанопокрyтия и наноматериалы для модификации поверхности					
1	Нанoeлектроника и тенденции ее развития	1	2	3	Практическое занятие. Текущий контроль
2	Одноэлектронное туннелирование. Резонансное туннелирование. Спинтроника	1	2	3	Практическое занятие. Текущий контроль
3	Сверхпроводниковая электроника. Нанокomпьютеры и квантовые компьютеры	1	2	3	Практическое занятие. Текущий контроль
4	Нанотехнологии в оптоэлектронике	3	2	5	Текущий контроль
5	Гидрофобные поверхности. Технология гидрофобизации. Теоретическая часть	3	2	5	Текущий контроль
6	Гидрофобные поверхности. Технология гидрофобизации. Подготовка	0	3	3	Практическое занятие. Текущий контроль
7	Гидрофобные поверхности. Технология гидрофобизации. Синтез и исследование	0	3	3	Практическое занятие. Текущий контроль
8	Гидрофобные поверхности. Технология гидрофобизации. Анализ результатов и оформление лабораторного журнала	0	5	5	Публичная защита решения кейса
	Итого:	9	21	30	
Итого:		35	67	102	

5.4 СОДЕРЖАНИЕ КУРСА « НАНОТЕХНОЛОГИИ. НАНОТЕХНОЛОГИИ В ФИЗИКЕ И ХИМИИ»

Модуль 1. Основные понятия, технологии получения и анализ полученных материалов в области нанотехнологий

Тема 1. Инструктаж по технике безопасности в исследовательской лаборатории и на технологической площадке

Теория: Изучение современных документов, регламентирующих безопасность в лаборатории и на производстве.

Практика: Практическое изучение методов ликвидации последствий, возникших в результате непредвиденных ситуаций.

Основные методы и формы реализации содержания программы:

- информационно-рецептивный,
- метод проблемного изложения,
- эвристический (частично-поисковый),
- практический.

Средства обучения: Программное обеспечение: PowerPoint. Оборудование лаборатории нанотехнологий.

Форма подведения итогов: Практическое занятие, текущий контроль.

Тема 2. История возникновения нанотехнологии. Общие понятия и термины

Теория: Изучение основных исторических событий, связанных с нанотехнологиями. Изучение современных ГОСТ, определяющих терминологию нанонауки.

Практика: Проведение демонстрационных экспериментов.

Основные методы и формы реализации содержания программы:

- информационно-рецептивный,
- метод проблемного изложения,
- эвристический (частично-поисковый),
- практический.

Средства обучения: Программное обеспечение: PowerPoint. Оборудование лаборатории нанотехнологий.

Форма подведения итогов: Практическое занятие, текущий контроль.

Тема 3. История возникновения нанотехнологий. История личностей

Теория: Изучение исторических событий и личностей, так или иначе продвигавших нанотехнологии в научной среде.

Практика: Защита докладов.

Основные методы и формы реализации содержания программы:

- информационно-рецептивный,
- метод проблемного изложения,

- эвристический (частично-поисковый),
- практический.

Средства обучения: Программное обеспечение: PowerPoint. Оборудование лаборатории нанотехнологий.

Форма подведения итогов: Практическое занятие, текущий контроль.

Тема 4. История возникновения нанотехнологий. Оборудование и материалы

Теория: Изучение хронологической последовательности открытия и изобретения принципов и приборов, так или иначе задействованных для работы с наноматериалами.

Практика: Демонстрационные эксперименты с применением необходимого оборудования.

Основные методы и формы реализации содержания программы:

- информационно-рецептивный,
- метод проблемного изложения,
- эвристический (частично-поисковый),
- практический.

Средства обучения: Программное обеспечение: PowerPoint. Оборудование лаборатории нанотехнологий.

Форма подведения итогов: Практическое занятие, текущий контроль.

Тема 5. Классификация наноструктур. Наночастицы и нанокластеры

Теория: Изучение классификации наноструктур в соответствии с нормативными документами.

Практика: Макетная сборка химических веществ. Защита докладов.

Основные методы и формы реализации содержания программы:

- информационно-рецептивный,
- метод проблемного изложения,
- эвристический (частично-поисковый),
- практический.

Средства обучения: Программное обеспечение: PowerPoint. Оборудование лаборатории нанотехнологий.

Форма подведения итогов: Практическое занятие, текущий контроль.

Тема 6. Классификация наноструктур. Роль поверхностных атомов. Магические числа

Теория: Изучение теоретического материала.

Практика: Решение практико-ориентированных графических задач.

Основные методы и формы реализации содержания программы:

- информационно-рецептивный,
- метод проблемного изложения,
- эвристический (частично-поисковый),
- практический.

Средства обучения: Программное обеспечение: PowerPoint. Оборудование лаборатории нанотехнологий.

Форма подведения итогов: Практическое занятие, текущий контроль.

Тема 7. Классификация наноструктур. Квантовые точки

Теория: Изучение физических свойств квантовых точек, их геометрических размеров. Рассмотрение области применения квантовых точек.

Практика: Квантово-химическое моделирование физико-химических свойств квантовых точек.

Основные методы и формы реализации содержания программы:

- информационно-рецептивный,
- метод проблемного изложения,
- эвристический (частично-поисковый),
- практический.

Средства обучения: Программное обеспечение: PowerPoint. Оборудование лаборатории нанотехнологий.

Форма подведения итогов: Практическое занятие, текущий контроль.

Тема 8. Нанопленки. История применения и перспективы

Теория: Изучение истории появления нанопленок и перспектив их развития.

Практика: Получение первичных образцов пленок на поверхности материалов.

Основные методы и формы реализации содержания программы:

- информационно-рецептивный,
- метод проблемного изложения,
- эвристический (частично-поисковый),
- практический.

Средства обучения: Программное обеспечение: PowerPoint. Оборудование лаборатории нанотехнологий.

Форма подведения итогов: Практическое занятие, текущий контроль.

Тема 9. Современные полупроводниковые наноразмерные материалы

Теория: Теоретическое изучение современных полупроводниковых наноразмерных материалов, их области применения и перспектив развития.

Практика: Получение полупроводниковых наноразмерных материалов.

Основные методы и формы реализации содержания программы:

- информационно-рецептивный,
- метод проблемного изложения,
- эвристический (частично-поисковый),
- практический.

Средства обучения: Программное обеспечение: PowerPoint. Оборудование лаборатории нанотехнологий.

Форма подведения итогов: Практическое занятие, текущий контроль.

Тема 10. Современные полупроводниковые наноразмерные материалы.

Практическое применение

Теория: Изучение дополнительных аспектов применения современных наноразмерных полупроводниковых материалов в промышленности и электронике.

Практика: Получение образцов полупроводниковых наноразмерных пленок.

Основные методы и формы реализации содержания программы:

- информационно-рецептивный,
- метод проблемного изложения,
- эвристический (частично-поисковый),
- практический.

Средства обучения: Программное обеспечение: PowerPoint. Оборудование лаборатории нанотехнологий.

Форма подведения итогов: Тестирование с самопроверкой.

Модуль 2. Оборудование для работы с наноматериалами

Тема 1. Электронная микроскопия. Электронные микроскоп

Теория: Изучение основ электронной микроскопии. Изучение строения и принципа работы электронного микроскопа.

Практика: выполнение индивидуального задания.

Основные методы и формы реализации содержания программы:

- информационно-рецептивный,
- метод проблемного изложения,
- эвристический (частично-поисковый),
- практический.

Средства обучения: Программное обеспечение: PowerPoint. Оборудование лаборатории нанотехнологий.

Форма подведения итогов: Практическое занятие, текущий контроль.

Тема 2. Электронная микроскопия. Туннельная микроскопия. Просвечивающая микроскопия

Теория: Изучение основ электронной микроскопии. Изучение строения и принципа работы просвечивающего электронного микроскопа.

Практика: Изучение основ электронной микроскопии. Анализ заготовленных снимков.

Основные методы и формы реализации содержания программы:

- информационно-рецептивный,
- метод проблемного изложения,
- эвристический (частично-поисковый),
- практический.

Средства обучения: Программное обеспечение: PowerPoint. Оборудование лаборатории нанотехнологий.

Форма подведения итогов: Практическое занятие, текущий контроль.

Тема 3. Атомно-силовая микроскопия. Современные АСМ

Теория: Изучение основ электронной микроскопии. Изучение строения и принципа работы атомно-силового микроскопа.

Практика: Анализ и описание подготовленных снимков.

Основные методы и формы реализации содержания программы:

- информационно-рецептивный,
- метод проблемного изложения,
- эвристический (частично-поисковый),
- практический.

Средства обучения: Программное обеспечение: PowerPoint. Оборудование лаборатории нанотехнологий.

Форма подведения итогов: Практическое занятие, текущий контроль.

Тема 4. Атомно-силовая микроскопия. Методы АСМ.

Теория: Изучение основ электронной микроскопии. Изучение строения и принципа работы атомно-силового микроскопа. Изучение методов атомно-силовой микроскопии.

Практика: Анализ подготовленных снимков. Описание изображений и построение выводов по полученным данным.

Основные методы и формы реализации содержания программы:

- информационно-рецептивный,
- метод проблемного изложения,
- эвристический (частично-поисковый),
- практический.

Средства обучения: Программное обеспечение: PowerPoint. Оборудование лаборатории нанотехнологий.

Форма подведения итогов: текущий контроль.

Тема 5. Способы фазового анализа. Рентгеновская дифрактометрия

Теория: Изучение основ рентгеновской дифрактометрии. Изучение базовых понятий и принципа работы рентгеновского дифрактометра. Описание дифрактограмм.

Практика: Описание подготовленных дифрактограмм.

Основные методы и формы реализации содержания программы:

- информационно-рецептивный,
- метод проблемного изложения,
- эвристический (частично-поисковый),
- практический.

Средства обучения: Программное обеспечение: PowerPoint. Оборудование лаборатории нанотехнологий.

Форма подведения итогов: Практическое занятие, текущий контроль.

Тема 6. Способы анализа фазового состава вещества. ИК-Фурье спектроскопия

Теория: Изучение основ спектроскопии. Понятие фазового состава вещества. Пример описания ИК-спектра.

Практика: Описание и анализ подготовленного ИК-спектра. Исследование материалов при помощи ИК-Фурье спектрометра.

Основные методы и формы реализации содержания программы:

- информационно-рецептивный,
- метод проблемного изложения,
- эвристический (частично-поисковый),
- практический.

Средства обучения: Программное обеспечение: PowerPoint. Оборудование лаборатории нанотехнологий.

Форма подведения итогов: Практическое занятие, текущий контроль.

Тема 7. Способы анализа физических свойств веществ. Измерение поверхностного натяжения

Теория: Изучение способов анализа физических свойств веществ. Развитие базовых навыков и компетенций. Методы измерения поверхностного натяжения жидкости.

Практика: Измерение поверхностного натяжения жидкости двумя методами.

Основные методы и формы реализации содержания программы:

- информационно-рецептивный,
- метод проблемного изложения,
- эвристический (частично-поисковый),
- практический.

Средства обучения: Программное обеспечение: PowerPoint. Оборудование лаборатории нанотехнологий.

Форма подведения итогов: Практическое занятие, текущий контроль.

Тема 8. Способы измерения физических свойств веществ. Измерение плотности. Измерение адгезионной стойкости материалов

Теория: Изучение способов анализа физических свойств веществ. Развитие базовых навыков и компетенций. Методы измерения адгезионной стойкости материалов.

Практика: Измерение адгезионной стойкости защитного покрытия. Анализ результатов и оформление лабораторного журнала.

Основные методы и формы реализации содержания программы:

- информационно-рецептивный,
- метод проблемного изложения,
- эвристический (частично-поисковый),
- практический.

Средства обучения: Программное обеспечение: PowerPoint. Оборудование лаборатории нанотехнологий.

Форма подведения итогов: Практическое занятие, текущий контроль.

Тема 9. Способы измерения оптических свойств веществ. Спектры поглощения и отражения веществ

Теория: Изучение методов измерения и описания оптических свойств веществ. Описание спектров поглощения и отражения. Изучение базовых физических закономерностей оптики в физике. Явление поверхностного плазмонного резонанса.

Практика: Изучение и описание графиков поглощения и отражения света.

Основные методы и формы реализации содержания программы:

- информационно-рецептивный,
- метод проблемного изложения,
- эвристический (частично-поисковый),
- практический.

Средства обучения: Программное обеспечение: PowerPoint. Оборудование лаборатории нанотехнологий.

Форма подведения итогов: Практическое занятие, текущий контроль.

Тема 10. Способы измерения оптических свойств веществ. Спектры диффузного отражения

Теория: Изучение методов измерения и описания оптических свойств веществ. Описание спектров поглощения и отражения. Изучение базовых физических закономерностей оптики в физике. Явление диффузного отражения тела.

Практика: Изучение, описание и анализ подготовленных графиков диффузного отражения света.

Основные методы и формы реализации содержания программы:

- информационно-рецептивный,
- метод проблемного изложения,
- эвристический (частично-поисковый),
- практический.

Средства обучения: Программное обеспечение: PowerPoint. Оборудование лаборатории нанотехнологий.

Форма подведения итогов: Практическое занятие, текущий контроль.

Тема 11. Анализ геометрических размеров частиц и данных по распределению при помощи электронной микроскопии

Теория: Изучение методов анализа геометрических размеров частиц. Метод анализа геометрических размеров частиц по данным о распределении при помощи электронной микроскопии.

Практика: Анализ подготовленных снимков. Выполнение индивидуального задания.

Основные методы и формы реализации содержания программы:

- информационно-рецептивный,
- метод проблемного изложения,
- эвристический (частично-поисковый),
- практический.

Средства обучения: Программное обеспечение: PowerPoint. Оборудование лаборатории нанотехнологий.

Форма подведения итогов: Практическое занятие, текущий контроль.

Тема 12. Анализ геометрических размеров частиц и данных по распределению при помощи статического рассеяния света

Теория: Изучение методов анализа геометрических размеров частиц. Метод анализа геометрических размеров частиц по данным о статическом рассеянии света.

Практика: Получение гистограмм распределения на приборе Photocor. Анализ и описание полученных результатов.

Основные методы и формы реализации содержания программы:

- информационно-рецептивный,
- метод проблемного изложения,
- эвристический (частично-поисковый),
- практический.

Средства обучения: Программное обеспечение: PowerPoint. Оборудование лаборатории нанотехнологий.

Форма подведения итогов: Тестирование с самопроверкой.

Модуль 3. Нанопокрyтия и наноматериалы для модификации поверхности

Тема 1. Нанoeлектроника и тенденции ее развития

Теория: Изучение тенденций развития нанoeлектроники в современном мире и перспектив ее развития.

Практика: выполнение индивидуального задания.

Основные методы и формы реализации содержания программы:

- информационно-рецептивный,
- метод проблемного изложения,
- эвристический (частично-поисковый),
- практический.

Средства обучения: Программное обеспечение: PowerPoint. Оборудование лаборатории нанотехнологий.

Форма подведения итогов: Практическое занятие, текущий контроль.

Тема 2. Одноэлектронное туннелирование. Резонансное туннелирование. Спинтроника

Теория: Изучение физических явлений туннелирования.

Практика: выполнение индивидуального задания.

Основные методы и формы реализации содержания программы:

- информационно-рецептивный,

- метод проблемного изложения,
- эвристический (частично-поисковый),
- практический.

Средства обучения: Программное обеспечение: PowerPoint. Оборудование лаборатории нанотехнологий.

Форма подведения итогов: Практическое занятие, текущий контроль.

Тема 3. Сверхпроводниковая электроника. Нанокomпьютеры и квантовые компьютеры

Теория: Изучение принципов работы сверхпроводящей электроники, нанокomпьютеров и квантовых компьютеров.

Практика: выполнение индивидуального задания.

Основные методы и формы реализации содержания программы:

- информационно-рецептивный,
- метод проблемного изложения,
- эвристический (частично-поисковый),
- практический.

Средства обучения: Программное обеспечение: PowerPoint. Оборудование лаборатории нанотехнологий.

Форма подведения итогов: Практическое занятие, текущий контроль.

Тема 4. Нанотехнологии в оптоэлектронике

Теория: Изучение принципов оптоэлектроники. Анализ современного состояния отрасли и перспектив ее развития. Как нанотехнологии могут улучшить современные оптоэлектронные устройства.

Основные методы и формы реализации содержания программы:

- информационно-рецептивный,
- метод проблемного изложения,
- эвристический (частично-поисковый),
- практический.

Средства обучения: Программное обеспечение: PowerPoint. Оборудование лаборатории нанотехнологий.

Форма подведения итогов: текущий контроль.

Тема 5. Гидрофобные поверхности. Технология гидрофобизации. Теоретическая часть

Теория: Описание такого процесса как смачивание поверхности. Открытие краевого угла смачиваемости. Технология гидрофобизации.

Основные методы и формы реализации содержания программы:

- информационно-рецептивный,
- метод проблемного изложения,
- эвристический (частично-поисковый),
- практический.

Средства обучения: Программное обеспечение: PowerPoint. Оборудование лаборатории нанотехнологий.

Форма подведения итогов: текущий контроль.

Тема 6. Гидрофобные поверхности. Технология гидрофобизации.

Подготовка

Теория: Описание такого процесса как смачивание поверхности. Открытие краевого угла смачиваемости. Технология гидрофобизации.

Практика: выполнение индивидуального задания.

Основные методы и формы реализации содержания программы:

- информационно-рецептивный,
- метод проблемного изложения,
- эвристический (частично-поисковый),
- практический.

Средства обучения: Программное обеспечение: PowerPoint. Оборудование лаборатории нанотехнологий.

Форма подведения итогов: Практическое занятие, текущий контроль.

Тема 7. Гидрофобные поверхности. Технология гидрофобизации.

Синтез и исследование

Теория: Описание такого процесса как смачивание поверхности. Открытие краевого угла смачиваемости. Технология гидрофобизации.

Практика: получение гидрофобного вещества или покрытия.

Основные методы и формы реализации содержания программы:

- информационно-рецептивный,
- метод проблемного изложения,
- эвристический (частично-поисковый),
- практический.

Средства обучения: Программное обеспечение: PowerPoint. Оборудование лаборатории нанотехнологий.

Форма подведения итогов: Практическое занятие, текущий контроль.

Тема 8. Гидрофобные поверхности. Технология гидрофобизации.

Анализ результатов и оформление лабораторного журнала

Теория: Описание такого процесса как смачивание поверхности. Открытие краевого угла смачиваемости. Технология гидрофобизации.

Практика: анализ полученного вещества на физические свойства

Основные методы и формы реализации содержания программы:

- информационно-рецептивный,
- метод проблемного изложения,
- эвристический (частично-поисковый),
- практический.

Средства обучения: Программное обеспечение: PowerPoint. Оборудование лаборатории нанотехнологий.

Форма подведения итогов: Публичная защита решения научно-технологического проекта.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Данные оценочные материалы предназначены для объективной оценки уровня сформированных знаний у обучающихся во время изучения программы «Нанотехнологии. Нанотехнологии в физике и химии».

Входной контроль – проводится с каждым обучающимся индивидуально с целью проверки базовых знаний по физике и химии. Форма проведения – тестирование разного уровня сложности отдельно для обучающихся 8, 9 классов.

Текущий контроль осуществляется на занятиях в течение всего обучения для отслеживания уровня освоения учебного материала программы.

Формы:

- педагогическое наблюдение;
- опрос теоретического материала;
- выполнение индивидуальных заданий проектированию с использованием программ *QChem* с использованием молекулярного редактора *IQmol*; CorelDRAW, Paint, CorelDRAW, PowerPoint, Photoshop, индивидуально для каждого применяемого оборудования;
- анализ педагогом качества выполнения практических работ по выполнению научно-технологических проектов.

Промежуточная аттестация проводится после первого модуля с целью выявления уровня освоения программ обучающимися и уровня развития личностных качеств по завершению каждого курса программы.

Формы:

- выполнение тестовых заданий по темам программы;
- выполнение индивидуальных творческих заданий по темам курса используя программы *QChem* с использованием молекулярного редактора *IQmol*; CorelDRAW, Paint, CorelDRAW, PowerPoint, Photoshop, индивидуально для каждого применяемого оборудования.

Среди критериев, по которым оценивается качество выполнения заданий, определяется по шкале, представленной в таблице:

Оценка	Результат
Начальный уровень	обучающийся имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения последовательности в изложении программного материала.
Средний уровень	обучающийся твердо знает программный материал, грамотно и по существу его излагает, не допускает существенных неточностей в ответе на вопросы, правильно применяет теоретические положения при решении практических задач и выполнении манипуляций.

Высокий уровень	обучающийся грамотно, последовательно, логически стройно и исчерпывающе излагает материал, при этом в его ответе тесно увязывается теория и практика; не испытывает затруднения с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний.
--------------------	---

Итоговое оценивание проводится в конце обучения по курсу.

Форма: защита индивидуального научно-технологического проекта.

Варианты контроля знаний описаны в Приложении 1.

7. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

№ п/п	Название раздела, темы	Формы учебного занятия	Формы, методы, приемы обучения. Педагогические технологии	Материально-техническое оснащение, дидактико- методический материал	Формы контроля/ аттестации
Модуль 1. Основные понятия, технологии получения и анализ полученных материалов в области нанотехнологий					
1.	Инструктаж по технике безопасности в исследовательской лаборатории и на технологической площадке	Комбинированная	Информационно-рецептивный. Репродуктивный. Частично-поисковый. Практический	1. http://www.nanometer.ru – сайт нанотехнологического сообщества России 2. http://nanodigest.ru – энциклопедия нанотехнологий 3. http://www.nanorf.ru – Российский электронный наножурнал 4. http://www.nanonewsnet.ru – сайт о нанотехнологии № 1 в России 5. http://www.portalnano.ru – Федеральный интернет-портал о нанотехнологии и наноматериалах 6. https://www.garant.ru/ – информационно-правовой портал «Гарант.ру» 7. https://docs.cntd.ru/ – Электронный фонд правовой и нормативно-технической информации 8. https://www.consultant.ru/ – Консультант плюс	Практическое занятие. Текущий контроль

2.	История возникновения нанотехнологии. Общие понятия и термины	Комбинированная	Информационно-рецептивный. Репродуктивный. Частично-поисковый. Практический	1. http://www.nanometer.ru – сайт нанотехнологического сообщества России 2. http://nanodigest.ru – энциклопедия нанотехнологий 3. http://www.nanorf.ru – Российский электронный наножурнал 4. http://www.nanonewsnet.ru – сайт о нанотехнологии № 1 в России 5. http://www.portalnano.ru – Федеральный интернет-портал о нанотехнологии и наноматериалах 6. https://www.garant.ru/ – информационно-правовой портал «Гарант.ру» 7. https://docs.cntd.ru/ – Электронный фонд правовой и нормативно-технической информации 8. https://www.consultant.ru/ – Консультант плюс	Практическое занятие. Текущий контроль
----	--	-----------------	--	---	--

3.	История возникновения нанотехнологий. История личностей	Комбинированная	Информационно-рецептивный. Репродуктивный. Частично-поисковый. Практический	1. http://www.nanometer.ru – сайт нанотехнологического сообщества России 2. http://nanodigest.ru – энциклопедия нанотехнологий 3. http://www.nanorf.ru – Российский электронный наножурнал 4. http://www.nanonewsnet.ru – сайт о нанотехнологии № 1 в России 5. http://www.portalnano.ru – Федеральный интернет-портал о нанотехнологии и наноматериалах 6. https://www.garant.ru/ – информационно-правовой портал «Гарант.ру» 7. https://docs.cntd.ru/ – Электронный фонд правовой и нормативно-технической информации 8. https://www.consultant.ru/ – Консультант плюс	Практическое занятие. Текущий контроль
----	--	-----------------	--	---	--

4.	История возникновения нанотехнологий. Оборудование и материалы	Комбинированная	Информационно-рецептивный. Репродуктивный. Частично-поисковый. Практический	1. http://www.nanometer.ru – сайт нанотехнологического сообщества России 2. http://nanodigest.ru – энциклопедия нанотехнологий 3. http://www.nanorf.ru – Российский электронный наножурнал 4. http://www.nanonewsnet.ru – сайт о нанотехнологии № 1 в России 5. http://www.portalnano.ru – Федеральный интернет-портал о нанотехнологии и наноматериалах 6. https://www.garant.ru/ – информационно-правовой портал «Гарант.ру» 7. https://docs.cntd.ru/ – Электронный фонд правовой и нормативно-технической информации 8. https://www.consultant.ru/ – Консультант плюс	Практическое занятие. Текущий контроль
----	--	-----------------	---	---	--

5.	Классификация наноструктур. Наночастицы и нанокластеры	Комбинированная	Информационно-рецептивный. Репродуктивный. Частично-поисковый. Практический	1. http://www.nanometer.ru – сайт нанотехнологического сообщества России 2. http://nanodigest.ru – энциклопедия нанотехнологий 3. http://www.nanorf.ru – Российский электронный наножурнал 4. http://www.nanonewsnet.ru – сайт о нанотехнологии № 1 в России 5. http://www.portalnano.ru – Федеральный интернет-портал о нанотехнологии и наноматериалах 6. https://www.garant.ru/ – информационно-правовой портал «Гарант.ру» 7. https://docs.cntd.ru/ – Электронный фонд правовой и нормативно-технической информации 8. https://www.consultant.ru/ – Консультант плюс	Практическое занятие. Текущий контроль
----	--	-----------------	---	---	--

6.	Классификация наноструктур. Роль поверхностных атомов. Магические числа	Комбинированная	Информационно-рецептивный. Репродуктивный. Частично-поисковый. Практический	1. http://www.nanometer.ru – сайт нанотехнологического сообщества России 2. http://nanodigest.ru – энциклопедия нанотехнологий 3. http://www.nanorf.ru – Российский электронный наножурнал 4. http://www.nanonewsnet.ru – сайт о нанотехнологии № 1 в России 5. http://www.portalnano.ru – Федеральный интернет-портал о нанотехнологии и наноматериалах 6. https://www.garant.ru/ – информационно-правовой портал «Гарант.ру» 7. https://docs.cntd.ru/ – Электронный фонд правовой и нормативно-технической информации 8. https://www.consultant.ru/ – Консультант плюс	Практическое занятие. Текущий контроль
----	---	-----------------	---	---	--

7.	Классификация наноструктур. Квантовые точки	Комбинированная	Информационно-рецептивный. Репродуктивный. Частично-поисковый. Практический	1. http://www.nanometer.ru – сайт нанотехнологического сообщества России 2. http://nanodigest.ru – энциклопедия нанотехнологий 3. http://www.nanorf.ru – Российский электронный наножурнал 4. http://www.nanonewsnet.ru – сайт о нанотехнологии № 1 в России 5. http://www.portalnano.ru – Федеральный интернет-портал о нанотехнологии и наноматериалах 6. https://www.garant.ru/ – информационно-правовой портал «Гарант.ру» 7. https://docs.cntd.ru/ – Электронный фонд правовой и нормативно-технической информации 8. https://www.consultant.ru/ – Консультант плюс	Практическое занятие. Текущий контроль
----	--	-----------------	--	---	--

8.	Нанопленки. История, применение, перспективы	Комбинированная	Информационно-рецептивный. Репродуктивный. Частично-поисковый. Практический	1. http://www.nanometer.ru – сайт нанотехнологического сообщества России 2. http://nanodigest.ru – энциклопедия нанотехнологий 3. http://www.nanorf.ru – Российский электронный наножурнал 4. http://www.nanonewsnet.ru – сайт о нанотехнологии № 1 в России 5. http://www.portalnano.ru – Федеральный интернет-портал о нанотехнологии и наноматериалах 6. https://www.garant.ru/ – информационно-правовой портал «Гарант.ру» 7. https://docs.cntd.ru/ – Электронный фонд правовой и нормативно-технической информации 8. https://www.consultant.ru/ – Консультант плюс	Практическое занятие. Текущий контроль
----	--	-----------------	---	---	--

9.	Современные полупроводниковые наноразмерные материалы	Комбинированная	Информационно-рецептивный. Репродуктивный. Частично-поисковый. Практический	1. http://www.nanometer.ru – сайт нанотехнологического сообщества России 2. http://nanodigest.ru – энциклопедия нанотехнологий 3. http://www.nanorf.ru – Российский электронный наножурнал 4. http://www.nanonewsnet.ru – сайт о нанотехнологии № 1 в России 5. http://www.portalnano.ru – Федеральный интернет-портал о нанотехнологии и наноматериалах 6. https://www.garant.ru/ – информационно-правовой портал «Гарант.ру» 7. https://docs.cntd.ru/ – Электронный фонд правовой и нормативно-технической информации 8. https://www.consultant.ru/ – Консультант плюс	Практическое занятие. Текущий контроль
----	---	-----------------	---	---	--

10	Современные полупроводниковые наноразмерные материалы. Практическое применение	Комбинированная	Информационно-рецептивный. Репродуктивный. Частично-поисковый. Практический	1. http://www.nanometer.ru – сайт нанотехнологического сообщества России 2. http://nanodigest.ru – энциклопедия нанотехнологий 3. http://www.nanorf.ru – Российский электронный наножурнал 4. http://www.nanonewsnet.ru – сайт о нанотехнологии № 1 в России 5. http://www.portalnano.ru – Федеральный интернет-портал о нанотехнологии и наноматериалах 6. https://www.garant.ru/ – информационно-правовой портал «Гарант.ру» 7. https://docs.cntd.ru/ – Электронный фонд правовой и нормативно-технической информации 8. https://www.consultant.ru/ – Консультант плюс	Тестирование с самопроверкой
----	--	-----------------	---	--	------------------------------

Модуль 2. Нанопокрyтия и наноматериалы для модификации поверхности

1.	Электронная микроскопия. Электронные микроскоп	Комбинированная	Информационно-рецептивный. Репродуктивный. Частично-поисковый. Практический	1. http://www.nanometer.ru – сайт нанотехнологического сообщества России 2. http://nanodigest.ru – энциклопедия нанотехнологий 3. http://www.nanorf.ru – Российский электронный наножурнал 4. http://www.nanonewsnet.ru – сайт о нанотехнологии № 1 в России 5. http://www.portalnano.ru – Федеральный интернет-портал о нанотехнологии и наноматериалах 6. https://www.garant.ru/ – информационно-правовой портал «Гарант.ру»	Практическое занятие. Текущий контроль
2.	Электронная микроскопия. Туннельная микроскопия. Просвечивающая микроскопия	Комбинированная	Информационно-рецептивный. Репродуктивный. Частично-поисковый. Практический	1. http://www.nanometer.ru – сайт нанотехнологического сообщества России 2. http://nanodigest.ru – энциклопедия нанотехнологий 3. http://www.nanorf.ru – Российский электронный наножурнал 4. http://www.nanonewsnet.ru – сайт о нанотехнологии № 1 в России 5. http://www.portalnano.ru – Федеральный интернет-портал о нанотехнологии и наноматериалах 6. https://www.garant.ru/ – информационно-правовой портал «Гарант.ру»	Практическое занятие. Текущий контроль

3.	Атомно-силовая микроскопия. Современные АСМ	Комбинированная	Информационно-рецептивный. Репродуктивный. Частично- поисковый. Практический	1. http://www.nanometer.ru – сайт нанотехнологического сообщества России 2. http://nanodigest.ru – энциклопедия нанотехнологий 3. http://www.nanorf.ru – Российский электронный наножурнал 4. http://www.nanonewsnet.ru – сайт о нанотехнологии № 1 в России 5. http://www.portalnano.ru – Федеральный интернет-портал о нанотехнологии и наноматериалах 6. https://www.garant.ru/ – информационно-правовой портал «Гарант.ру»	Практическое занятие. Текущий контроль
4.	Атомно-силовая микроскопия. Методы АСМ	Комбинированная	Информационно-рецептивный. Репродуктивный. Частично- поисковый. Практический	1. http://www.nanometer.ru – сайт нанотехнологического сообщества России 2. http://nanodigest.ru – энциклопедия нанотехнологий 3. http://www.nanorf.ru – Российский электронный наножурнал 4. http://www.nanonewsnet.ru – сайт о нанотехнологии № 1 в России 5. http://www.portalnano.ru – Федеральный интернет-портал о нанотехнологии и наноматериалах 6. https://www.garant.ru/ – информационно-правовой портал «Гарант.ру»	Текущий контроль

5.	Способы фазового анализа. Рентгеновская дифрактометрия	Комбинированная	Информационно-рецептивный. Репродуктивный. Частично-поисковый. Практический	1. http://www.nanometer.ru – сайт нанотехнологического сообщества России 2. http://nanodigest.ru – энциклопедия нанотехнологий 3. http://www.nanorf.ru – Российский электронный наножурнал 4. http://www.nanonewsnet.ru – сайт о нанотехнологии № 1 в России 5. http://www.portalnano.ru – Федеральный интернет-портал о нанотехнологии и наноматериалах 6. https://www.garant.ru/ – информационно-правовой портал «Гарант.ру»	Практическое занятие. Текущий контроль
6.	Способы анализа фазового состава вещества. Ик-Фурье спектроскопия	Комбинированная	Информационно-рецептивный. Репродуктивный. Частично-поисковый. Практический	1. http://www.nanometer.ru – сайт нанотехнологического сообщества России 2. http://nanodigest.ru – энциклопедия нанотехнологий 3. http://www.nanorf.ru – Российский электронный наножурнал 4. http://www.nanonewsnet.ru – сайт о нанотехнологии № 1 в России 5. http://www.portalnano.ru – Федеральный интернет-портал о нанотехнологии и наноматериалах 6. https://www.garant.ru/ – информационно-правовой портал «Гарант.ру»	Практическое занятие. Текущий контроль

7.	Способы анализа физических свойств веществ. Измерение поверхностного натяжения	Комбинированная	Информационно-рецептивный. Репродуктивный. Частично-поисковый. Практический	1. http://www.nanometer.ru – сайт нанотехнологического сообщества России 2. http://nanodigest.ru – энциклопедия нанотехнологий 3. http://www.nanorf.ru – Российский электронный наножурнал 4. http://www.nanonewsnet.ru – сайт о нанотехнологии № 1 в России 5. http://www.portalnano.ru – Федеральный интернет-портал о нанотехнологии и наноматериалах 6. https://www.garant.ru/ – информационно-правовой портал «Гарант.ру»	Практическое занятие. Текущий контроль
8.	Способы измерения физических свойств веществ. Измерение плотности. Измерение адгезионной стойкости материалов	Комбинированная	Информационно-рецептивный. Репродуктивный. Частично-поисковый. Практический	1. http://www.nanometer.ru – сайт нанотехнологического сообщества России 2. http://nanodigest.ru – энциклопедия нанотехнологий 3. http://www.nanorf.ru – Российский электронный наножурнал 4. http://www.nanonewsnet.ru – сайт о нанотехнологии № 1 в России 5. http://www.portalnano.ru – Федеральный интернет-портал о нанотехнологии и наноматериалах 6. https://www.garant.ru/ – информационно-правовой портал «Гарант.ру»	Практическое занятие. Текущий контроль

9.	Способы измерения оптических свойств веществ. Спектры поглощения и отражения веществ	Комбинированная	Информационно-рецептивный. Репродуктивный. Частично-поисковый. Практический	1. http://www.nanometer.ru – сайт нанотехнологического сообщества России 2. http://nanodigest.ru – энциклопедия нанотехнологий 3. http://www.nanorf.ru – Российский электронный наножурнал 4. http://www.nanonewsnet.ru – сайт о нанотехнологии № 1 в России 5. http://www.portalnano.ru – Федеральный интернет-портал о нанотехнологии и наноматериалах 6. https://www.garant.ru/ – информационно-правовой портал «Гарант.ру»	Практическое занятие. Текущий контроль
10.	Способы измерения оптических свойств веществ. Спектры диффузного отражения	Комбинированная	Информационно-рецептивный. Репродуктивный. Частично-поисковый. Практический	1. http://www.nanometer.ru – сайт нанотехнологического сообщества России 2. http://nanodigest.ru – энциклопедия нанотехнологий 3. http://www.nanorf.ru – Российский электронный наножурнал 4. http://www.nanonewsnet.ru – сайт о нанотехнологии № 1 в России 5. http://www.portalnano.ru – Федеральный интернет-портал о нанотехнологии и наноматериалах 6. https://www.garant.ru/ – информационно-правовой портал «Гарант.ру»	Практическое занятие. Текущий контроль

11.	Анализ геометрических размеров частиц и данных по распределению при помощи электронной микроскопии	Комбинированная	Информационно-рецептивный. Репродуктивный. Частично-поисковый. Практический	1. http://www.nanometer.ru – сайт нанотехнологического сообщества России 2. http://nanodigest.ru – энциклопедия нанотехнологий 3. http://www.nanorf.ru – Российский электронный наножурнал 4. http://www.nanonewsnet.ru – сайт о нанотехнологии № 1 в России 5. http://www.portalnano.ru – Федеральный интернет-портал о нанотехнологии и наноматериалах 6. https://www.garant.ru/ – информационно-правовой портал «Гарант.ру»	Практическое занятие. Текущий контроль
12.	Анализ геометрических размеров частиц и данных по распределению при помощи статического рассеяния света	Комбинированная	Информационно-рецептивный. Репродуктивный. Частично-поисковый. Практический	1. http://www.nanometer.ru – сайт нанотехнологического сообщества России 2. http://nanodigest.ru – энциклопедия нанотехнологий 3. http://www.nanorf.ru – Российский электронный наножурнал 4. http://www.nanonewsnet.ru – сайт о нанотехнологии № 1 в России 5. http://www.portalnano.ru – Федеральный интернет-портал о нанотехнологии и наноматериалах 6. https://www.garant.ru/ – информационно-правовой портал «Гарант.ру»	Тестирование с самопроверкой

Модуль 3. Нанопокрyтия и наноматериалы для модификации поверхности

1.	Нанoeлектроника и тенденции ее развития	Комбинированная	Информационно-рецептивный. Репродуктивный. Частично-поисковый. Практический	1.http://www.nanometer.ru – сайт нанотехнологического сообщества России 2.http://nanodigest.ru – энциклопедия нанотехнологий 3.http://www.nanorf.ru – Российский электронный наножурнал 4.http://www.nanonewsnet.ru – сайт о нанотехнологии № 1 в России 5.http://www.portalnano.ru – Федеральный интернет-портал о нанотехнологии и наноматериалах 6.https://www.garant.ru/ – информационно-правовой портал «Гарант.ру»	Практическое занятие. Текущий контроль
----	---	-----------------	---	--	--

2.	Одноэлектронное туннелирование. Резонансное туннелирование. Спинтроника	Комбинированная	Информационно-рецептивный. Репродуктивный. Частично-поисковый. Практический	1. http://www.nanometer.ru – сайт нанотехнологического сообщества России 2. http://nanodigest.ru – энциклопедия нанотехнологий 3. http://www.nanorf.ru – Российский электронный наножурнал 4. http://www.nanonewsnet.ru – сайт о нанотехнологии № 1 в России 5. http://www.portalnano.ru – Федеральный интернет-портал о нанотехнологии и наноматериалах 6. https://www.garant.ru/ – информационно-правовой портал «Гарант.ру»	Практическое занятие. Текущий контроль
3.	Сверхпроводниковая электроника. Нанокomпьютеры и квантовые компьютеры	Комбинированная	Информационно-рецептивный. Репродуктивный. Частично-поисковый. Практический	1. http://www.nanometer.ru – сайт нанотехнологического сообщества России 2. http://nanodigest.ru – энциклопедия нанотехнологий 3. http://www.nanorf.ru – Российский электронный наножурнал 4. http://www.nanonewsnet.ru – сайт о нанотехнологии № 1 в России 5. http://www.portalnano.ru – Федеральный интернет-портал о нанотехнологии и наноматериалах 6. https://www.garant.ru/ – информационно-правовой портал «Гарант.ру»	Практическое занятие. Текущий контроль

4.	Нанотехнологии в оптоэлектронике	Комбинированная	Информационно-рецептивный. Репродуктивный. Частично-поисковый. Практический	1. http://www.nanometer.ru – сайт нанотехнологического сообщества России 2. http://nanodigest.ru – энциклопедия нанотехнологий 3. http://www.nanorf.ru – Российский электронный наножурнал 4. http://www.nanonewsnet.ru – сайт о нанотехнологии № 1 в России 5. http://www.portalnano.ru – Федеральный интернет-портал о нанотехнологии и наноматериалах 6. https://www.garant.ru/ – информационно-правовой портал «Гарант.ру»	Текущий контроль
5.	Гидрофобные поверхности. Технология гидрофобизации. Теоретическая часть	Комбинированная	Информационно-рецептивный. Репродуктивный. Частично-поисковый. Практический	1. http://www.nanometer.ru – сайт нанотехнологического сообщества России 2. http://nanodigest.ru – энциклопедия нанотехнологий 3. http://www.nanorf.ru – Российский электронный наножурнал 4. http://www.nanonewsnet.ru – сайт о нанотехнологии № 1 в России 5. http://www.portalnano.ru – Федеральный интернет-портал о нанотехнологии и наноматериалах 6. https://www.garant.ru/ – информационно-правовой портал «Гарант.ру»	Текущий контроль

6.	Гидрофобные поверхности. Технология гидрофобизации. Подготовка	Комбинированная	Информационно-рецептивный. Репродуктивный. Частично-поисковый. Практический	1. http://www.nanometer.ru – сайт нанотехнологического сообщества России 2. http://nanodigest.ru – энциклопедия нанотехнологий 3. http://www.nanorf.ru – Российский электронный наножурнал 4. http://www.nanonewsnet.ru – сайт о нанотехнологии № 1 в России 5. http://www.portalnano.ru – Федеральный интернет-портал о нанотехнологии и наноматериалах 6. https://www.garant.ru/ – информационно-правовой портал «Гарант.ру»	Практическое занятие. Текущий контроль
7.	Гидрофобные поверхности. Технология гидрофобизации. Синтез и исследование	Комбинированная	Информационно-рецептивный. Репродуктивный. Частично-поисковый. Практический	1. http://www.nanometer.ru – сайт нанотехнологического сообщества России 2. http://nanodigest.ru – энциклопедия нанотехнологий 3. http://www.nanorf.ru – Российский электронный наножурнал 4. http://www.nanonewsnet.ru – сайт о нанотехнологии № 1 в России 5. http://www.portalnano.ru – Федеральный интернет-портал о нанотехнологии и наноматериалах 6. https://www.garant.ru/ – информационно-правовой портал «Гарант.ру»	Практическое занятие. Текущий контроль

8.	Гидрофобные поверхности. Технология гидрофобизации. Анализ результатов и оформление лабораторного журнала	Комбинированная	Информационно-рецептивный. Репродуктивный. Частично-поисковый. Практический	1. http://www.nanometer.ru – сайт нанотехнологического сообщества России 2. http://nanodigest.ru – энциклопедия нанотехнологий 3. http://www.nanorf.ru – Российский электронный наножурнал 4. http://www.nanonewsnet.ru – сайт о нанотехнологии № 1 в России 5. http://www.portalnano.ru – Федеральный интернет-портал о нанотехнологии и наноматериалах 6. https://www.garant.ru/ – информационно-правовой портал «Гарант.ру»	Публичная защита решения кейса
----	---	-----------------	--	---	--------------------------------

8. КАДРОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Обеспечение реализации программы, нацеленной на предоставление высокого качества обучения, планируется за счет штата, состоящего из высококвалифицированных специалистов, обладающих определенными компетенциями и выполняющими определенный функционал, а также преподавание данной программы могут осуществлять другие сотрудники, имеющие высшее физико-химическое, техническое образование, члены экспертного совета регионального центра «Сириус 26» при наличии необходимых компетенций и уровня профильной подготовки.

9. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО КУРСУ

Для реализации курса «Нанотехнологии в физике и химии» помещение должно соответствовать следующим характеристикам:

☐ аудитории, оборудованы интерактивной доской, проектором, ноутбуком;

☐ каждый обучающийся выполняет лабораторные работы за отдельным лабораторным столом с сохранением результатов в сетевой папке.

Перечень оборудования учебного помещения, кабинета:

1. Столы и стулья для обучающихся и педагога;
2. Шкафы и стеллажи для хранения дидактических пособий и учебных материалов;
3. Манипуляционные столики.

Перечень технических средств обучения:

1. Интерактивная доска;
2. Проектор.
3. Компьютер (ноутбук) с лицензионным программным обеспечением.

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОГРАММЫ

Перечень литературы, использованной при написании программы:

1. Гребенкин, М.Ф. Нанотехнологии и школьное образование / М.Ф. Гребенкин, Л.П. Лобова // Прикладная информатика. – 2008. – №2. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/nanotehnologii-i-shkolnoe-obrazovanie> (дата обращения: 07.03.2025).
2. Зайцева, О.П. Пропедевтика нанотехнологий в школе с использованием метода проектов / О. П. Зайцева, Л.В. Моисеева // Педагогическое образование в России. – 2012. – №1. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/propedevtika-nanotehnologiy-v-shkole-s-ispolzovaniem-metoda-proektov> (дата обращения: 10.03.2025).
3. Введение в нанотехнологии. Модуль «Физика»: методическое пособие по программе элективного курса для учителей 10-11 классов / В.В. Светухин и др.; под ред. Б.М. Костишко, В.Н. Голованова. – Ульяновск: УлГУ, 2008.
4. Зубков Ю.Н., Кадочкин А.С. [и др.] Введение в нанотехнологии. Модуль «Физика». Учебное пособие для учащихся 10-11 кл. / под ред. В.В. Светухина и др.: С.-Петербург, 2012.
5. Феоктистова, О.И. Детям о нанотехнологиях / О.И. Феоктистова. – Текст : непосредственный // Молодой ученый. – 2021. – № 12 (354). – С. 264-266. – URL: <https://moluch.ru/archive/354/79295/> (дата обращения: 03.03.2025).
6. Поленов, Ю.В. Физико-химические основы нанотехнологий / Ю.В. Поленов, Е.В. Егорова. – 2-е изд., стер. – С.-Пб.: Лань, 2023. – 180 с.
7. Словарь нанотехнологических и связанных с нанотехнологиями терминов, под ред. С.В. Калюжного, Москва, ФИЗМАТЛИТ, 2010.
8. Третьяков Ю. Нанотехнологии. Азбука для всех / Сборник статей под редакцией Ю. Третьякова. – М.: Физматлит, 2007. – 368 с.
9. Богатство Наномира. Фоторепортаж из глубин вещества. Гудилин Е.А. и др., под ред. Ю.Д. Третьякова. – М.БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010.
10. Дорога длиною в век: Из истории открытия и исследования жидких кристаллов / Сонин А С. – М.: Наука, 1988.
11. Удивительные наноструктуры, К. Деффейс, С. Деффейс; под ред. Л.Н. Патрикеева. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011.
12. Мир физики и техники. В.Л.Миронов. Основы сканирующей зондовой микроскопии. Москва: Техно, 2009.
13. Химия элементов: в 2 томах / Н. Гринвуд, А. Эрншо. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010.

Перечень литературы, рекомендованной обучающимся:

1. Алфимова М.М. Занимательные нанотехнологии / М.М. Алфимова. – М.: Просвещение, Бином, 2015. – 96 с.

2. Светухин В.В., Разумовская И.В. и др. Введение в нанотехнологии. Модуль Физика. 10-11 классы. Учебное пособие. – Под ред. Б.М. Костишко, В.Н. Голованова. – Ульяновск: УлГУ, 2008. – 160 с.

3. Учебно-методический комплекс под ред. О.Ф. Кабардина – «Архимед». Издательство «Просвещение», 2016.

4. Журнал «Квант». Издательство «Наука», МЦНМО, 1970 – 2007.

5. Рабочая грань алмаза. Г. Мишкевич. ЛЕНИЗДАТ, 1982.

Перечень литературы, рекомендованной родителям:

1. Хартманн, У. Очарование нанотехнологии. – М.БИНОМ. Лаборатория знаний, 2017. – 173 с.

2. Словарь нанотехнологических и связанных с нанотехнологиями терминов, под ред. С.В. Калюжного, Москва, ФИЗМАТЛИТ, 2010.

3. Богатство Наномира. Фоторепортаж из глубин вещества / Гудилин Е.А. и др., под ред. Ю.Д. Третьякова. – М.БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010.

4. Нанохимия / Сергеев Г.Б. – М.: Изд-во МГУ, 2007.

5. Мир материалов и технологий. Нанотехнологии. Ч. Пул - мл., Ф Оуэнс, Москва: Техносфера, 2006.

Перечень раздаточного материала:

1. Тематические презентации.

2. Таблицы Менделеева.

3. Таблицы нерастворимости солей, кислот, щелочей.

Информационное обеспечение:

Программное обеспечение: *QChem* с использованием молекулярного редактора *IQmol*; *CorelDRAW*, *Paint*, *CorelDRAW*, *PowerPoint*, *Photoshop*, индивидуально для каждого применяемого оборудования.

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети

«Интернет», необходимых для освоения программы:

1. <http://www.nanometer.ru> – сайт нанотехнологического сообщества России
<http://nanodigest.ru> – энциклопедия нанотехнологий

2. <http://www.nanorf.ru> – Российский электронный наножурнал

3. <http://www.nanonewsnet.ru> – сайт о нанотехнологии № 1 в России

4. <http://www.portalnano.ru> – Федеральный интернет-портал о нанотехнологии и наноматериалах

5. <https://www.garant.ru/> – информационно-правовой портал «Гарант.ру»

6. <https://docs.cntd.ru/> – Электронный фонд правовой и нормативно-технической информации

7. <https://www.consultant.ru/> – Консультант плюс

Приложение 1

к общеобразовательной общеразвивающей
программе «Нанотехнологии.
Нанотехнологии в физике и химии»

Входной контроль

Входной контроль проводится с каждым обучающимся индивидуально с целью проверки базовых знаний по биологии. Форма проведения – тестирование разного уровня сложности отдельно для обучающихся 8, 9 классов.

Тесты уровня А (форма: задания закрытого типа) содержат задания в количестве 15 штук.

Тесты уровня В (форма: задание на восстановление последовательности) содержат задания в количестве 10 штук.

Тесты уровня С (форма: задания открытого типа) содержат задания в количестве 10 штук.

Во время проведения входной диагностики педагог заполняет информационную карточки «Результаты входной диагностики», пользуясь шкалой «Оценка параметров входного контроля».

Оценка параметров входного контроля

Наименование уровня	Результат диагностики, %
Элементарный уровень	0 – 54%
Низкий уровень	55 – 69%
Средний уровень	70 – 84%
Высокий уровень	85 – 100%

Примерные задания:

Уровень А (форма: задания закрытого типа):

1. Кто впервые упомянул термин нанотехнологии?

- а) А.-В. Левенгук
- б) Р. Фейнманн
- в) Норио Танигути
- г) Р. Кох

2. Что такое 2D нанообъекты?

- а) объекты, имеющие только длину и ширину
- б) объекты, не имеющие размеров ни в одном из измерений
- в) объекты, имеющие длину, ширину и высоту
- г) ничего из перечисленного

Уровень В (форма: задание на восстановление последовательности):

1. Расположите в правильном порядке процессы роста пленки в процессе газофазного осаждения.

- а) Газофазное разложение.
- б) Диффузия к поверхности подложки.
- в) Адсорбция на поверхности подложки.
- г) Диффузия вдоль поверхности подложки.
- д) Разложение на поверхности подложки.
- е) Десорбция продуктов реакций.

Ответ:

Уровень С (форма: задания открытого типа):

- 1. Какие данные можно извлечь из ИК-спектра вещества.**
- 2. Для чего нужен рентгенофазовый анализ?**

Текущий контроль

Осуществляется после каждой темы в форме наблюдения, тестирования, контрольного опроса (устного или письменного), собеседования, психологического мониторинга.

Примерные задания:

Тема «Методы получения наночастиц»

1. К физическим методам получения наночастиц относятся:

- а) лазерная абляция
- б) механический помол
- в) золь-гель метод
- г) осаждение в жидкой фазе

Тема «Получение стабильных золь наночастиц».

2. Каким методом можно получить стабильный золь, содержащий наночастицы серебра?

Промежуточная аттестация

Проводится в конце первого модуля в форме теста с самопроверкой. Количество тестов для каждого модуля включает 20 заданий.

Примерные задания:

Модуль 1. « Основные понятия, технологии получения и анализ полученных материалов в области нанотехнологий»

1. Объекты каких размеров принято относить к наночастицам:

- а) до 1 нм

- б) до 100 нм
- в) от 1 микрона
- г) от 1 мкм до 1 мм

2. Для чего используют нанопленки?

- а) для упаковки товаров
- б) для получения новых свойств поверхности при минимуме затрат
- в) для заживления ран
- г) для увеличения толщины объекта

Модуль 2. Оборудование для работы с наноматериалами.

1. Измерить радиус частиц можно при помощи:

- а) спектроскопии
- б) динамического рассеяния лазерного луча
- в) рентгенофазового анализа

2. Получить карту поверхности материала можно при помощи:

- а) атомно-силовой микроскопии;
- б) сканирующей туннельной микроскопии;
- в) просвечивающей микроскопии.

Модуль 3. Нанопокрывтия и наноматериалы для модификации поверхности.

1. Гидрофобное покрытие это:

Выберите не менее двух правильных ответов

- а) покрытие, которое имеет водоотталкивающий эффект
- б) покрытие, которое хорошо впитывает воду
- в) покрытие, которое не реагирует с водородом
- г) покрытие, которое используется при изготовлении ткани

2. Что дает примесь атомов в кристалле?

- а) ничего;
- б) увеличивает массу;
- в) новые физико-химические свойства

Итоговая аттестация

Завершает третий модуль, проводится в виде публичной защиты решения кейса и выполнения практических манипуляций.

Перечень практических манипуляций:

1. Качественный анализ веществ.
2. Основы титрования.
3. Работа индикаторов в растворах.
4. Подготовка и стерилизация посуды.

5. Приготовление растворов.
6. Расчет концентраций растворов.
7. Проведение количественного анализа веществ в растворах.
8. Анализ в данных в программах Microsoft Excel.
9. Анализ в данных в программах Minitab.
10. Анализ в данных в программах Statistica.
11. Моделирование молекул в программе IQMol.
12. Синтез стабильных золь диоксида титана.
13. Синтез стабильных золь диоксида кремния.
14. Синтез наночастиц серебра.
15. Синтез металлических магнитных наночастиц.
16. Получение твердой нанокерамики.