

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Департамент образования и науки Ханты-Мансийского автономного округа-Югры
Департамент образования Администрации города Ханты-Мансийска
МБОУ «СОШ № 6 им. Сирина Н.И.»

РАССМОТРЕНО
на заседании ШМО
естественно-научного цикла
Руководитель ШМО
Рубцова К.А.
Протокол № 1
от «27» августа 2025 г.

СОГЛАСОВАНО
На заседании методического
совета
Заместитель директора
Васильева Л.И.
Протокол № 1
от «28» августа 2025 г.

УТВЕРЖДЕНО
Директор МБОУ СОШ №6
им. Сирина Н.И.»
Москвина С. О.
Приказ № 450 от «29» августа
2025г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
курса внеурочной деятельности
«Современные исследования и
достижения нанохимии»
для обучающихся 11 классов

г. Ханты-Мансийск
2025

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КУРСА ВНЕУРОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Нанохимия является естественно-научной основой нанотехнологий, играющих крайне важную роль в современной технико-экономической парадигме. Нанохимия исследует способы получения и стабилизации, свойства, строение и особенности химических превращений нанообъектов и наноматериалов, а также их практические приложения. Нанохимия стала логическим развитием коллоидной химии, с одной стороны, и супрамолекулярной химии – с другой. Обе этих дисциплины критично важны для корректного понимания нанохимических подходов. Развитие нанохимии и нанотехнологий сегодня служит фокусом для приложения сил ведущих ученых и исследовательских коллективов. Наноматериалы на органической и неорганической основе применяются в огромном количестве продуктов современной промышленности. Описываемое направление служит одним из столпов так называемой NBIC-конвергенции, входящей в ядро предсказываемого футурологами VI технологического уклада.

Рабочая программа курса внеурочной деятельности «Современные исследования и достижения нанохимии» (далее – Программа) естественнонаучной направленности позволяет осветить обучающимся 11 классов основные тезисы нанохимии, а также наметить основные направления развития науки о мире нанообъектов и ее технологических приложений, получить понятие о современных научных методах. Реализация Программы позволит достичь более полного понимания школьниками естественно-научного подхода к изучению природы и развитию на его основе технологий, меняющих мир с учетом программы воспитания МБОУ «СОШ №6 им. Сирина Н.И.».

ЦЕЛИ ИЗУЧЕНИЯ КУРСА ВНЕУРОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Дать обучающимся краткий экскурс в межпредметную область нанотехнологий и импульс к самостоятельному изучению и творческому развитию; данная область в настоящее время является одной из «точек роста» для развития промышленности и находит многочисленные применения в современной технике.

МЕСТО КУРСА ВНЕУРОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ

Курс является важным элементом системы **предпрофильной и профильной подготовки** обучающихся на уровне среднего общего образования и органично интегрируется в образовательную программу школы.

1. Связь с учебными предметами: Курс находится на стыке нескольких дисциплин и углубляет, и расширяет знания, полученные на уроках:

- **Химия:** основы строения вещества, химическая связь, химическая термодинамика и кинетика, свойства неорганических и органических веществ.

- **Физика:** квантовые явления, свойства твердого тела, электромагнитные явления.

- **Информатика:** компьютерное моделирование наносистем, обработка экспериментальных данных.

2. Вклад в достижение личностных и метапредметных результатов: Курс напрямую способствует формированию:

- **Умения учиться:** способности к самоорганизации и самообразованию в быстро меняющейся области знаний.

- **Коммуникативных компетенций:** умения ясно излагать сложные научные концепции, участвовать в дискуссиях, аргументировать свою точку зрения.

- **Навыков работы с информацией:** поиск, критический анализ, синтез и оценка информации из научно-популярных и академических источников.

- **Системного мышления:** умения видеть взаимосвязи между фундаментальными науками и их технологическими применениями.

3. Профориентационная направленность: Курс играет ключевую роль в осознанном профессиональном самоопределении учащихся, знакомя их с:

- Современными направлениями научных исследований (нанохимия, материаловедение, молекулярная биология).

- Перспективными высокотехнологичными профессиями будущего.

- Миром реальной науки, ее методами, достижениями и проблемами, что способствует формированию кадрового потенциала для научно-технологического развития страны.

ФОРМЫ ПРОВЕДЕНИЯ ЗАНЯТИЙ КУРСА ВНЕУРОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Консультация.

СОДЕРЖАНИЕ КУРСА ВНЕУРОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

11 КЛАСС

Раздел 1. Методы исследования наноструктурированных веществ и материалов

Тема 1.1. Оптические методы

Теория. Оптические свойства наночастиц и наноматериалов. Микроскопия. Дифракционный предел. Фотометрия. Спектрофотометрия: измерение пропускания, поглощения, люминесценции. Динамическое светорассеяние. Практика: Практическая работа: Микроскопическое изучение препаратов наносеребра на стеклах.

Тема 1.2. Электронная микроскопия

Теория. Электронная микроскопия: просвечивающая и сканирующая. Особенности изучения биологических объектов на наноуровне. Практика: Практическая работа: Сравнительный анализ изображений наноструктур, полученных электронной микроскопией.

Тема 1.3. Рентгеновская дифрактометрия

Теория. Рентгенофазовый анализ. Уширение пиков как признак нанообъекта и как способ оценки размера кристаллитов. Рентгеноструктурный анализ. Определение структуры наноразмерных объектов на атомном уровне. Практика: Практическая работа: Визуализация структур биополимеров, полученных методом рентгеноструктурного анализа.

Тема 1.4. Сканирующая зондовая микроскопия

Теория. Туннельная микроскопия. Атомно-силовая микроскопия. Анализ наноструктуры поверхностей. Статический и динамический режим сканирования. Практика: Практическая работа: Анализ изображений, полученных методом атомно-силовой микроскопии, с помощью современного программного обеспечения. Учебно-исследовательский эксперимент: Изучение поверхности методом атомно-силовой микроскопии.

Раздел 2. Функциональные свойства наноструктурированных веществ и материалов

Тема 2.1. Функциональные свойства вещества, обеспечиваемые наноматериалами.

Теория. Сверхнизкая смачиваемость. Сверхпрочность. Высокотемпературная сверхпроводимость. Сверхфилтрация. Сверхъяркость светорассеяния. Сухая адгезия (биомиметика геккона). Магнитные свойства. Практика. Учебно-исследовательский эксперимент: Изучение «эффекта лотоса» на примере лепестка розы. Измерение краевого угла.

Раздел 3. Нанотехнологии – перспективы развития и состояние науки на сегодняшний день

Тема 3.1. Современные применения нанотехнологии

Теория. Современные применения нанотехнологии, общий обзор.
Практика. Викторина: Нанотехнологии в нашей жизни.

Тема 3.2. Углеродные наноматериалы

Теория. Особая роль углерода в наномире. Фуллерены, графен, нанотрубки. Практика. Практическая работа: Моделирование пространственной структуры фуллеренов.

Тема 3.3. Наноматериалы для энергетики

Теория. Наноматериалы в топливных элементах. Литий-ионные аккумуляторы. Суперконденсаторы. Практика. Учебно-исследовательский эксперимент: Измерение емкости литий-ионного аккумулятора.

Тема 3.4. Нанoeлектроника

Теория. Закон Мура. Технологический процесс производства интегральных микросхем. Системы записи информации. Практика. Практическая работа: Анализ изображения поверхности компакт-диска.

Тема 3.5. Наноматериалы в медицине и экологии

Теория. Нанодиагностика. Применение наноматериалов в терапии. Наносорбенты. Фотокатализаторы. Самоочистка. Практика. Практическая работа: Визуализация пространственной структуры нанобиопрепаратов с помощью современного программного обеспечения.

Раздел 4. Актуальные проблемы в области нанохимии и нанотехнологии

Тема 4.1. Дискуссия Теория. Актуальные проблемы в области нанохимии и нанотехнологии. Практика. Итоговая аттестация. Зачетная работа.

ПЛАНИРУЕМЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

ЛИЧНОСТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

В сфере гражданского воспитания: способность определять собственную позицию по отношению к явлениям современной жизни и объяснять ее; готовность к сотрудничеству в процессе совместного выполнения учебных, познавательных и исследовательских задач, уважительного отношения к мнению оппонентов при обсуждении спорных вопросов естественно-научного содержания.

В сфере патриотического воспитания: уважение к процессу творчества в области теории и практического приложения нанонауки, осознания того, что успехи науки и технологии есть результат длительных наблюдений, кропотливых экспериментальных поисков, постоянного труда ученых и практиков; способность оценивать вклад российских ученых в становление и развитие нанохимии, понимание значения науки в познании законов природы, в жизни человека и современного общества.

В сфере духовно-нравственного воспитания: осознание личного вклада в построение устойчивого будущего; способность оценивать ситуацию и принимать осознанные решения, ориентируясь на морально-нравственные нормы и ценности.

В сфере эстетического воспитания: эстетическое отношение к миру, включая эстетику научного и технического творчества.

В сфере формирования культуры здоровья: соблюдение правил безопасного обращения с веществами в быту, повседневной жизни, в трудовой деятельности; осознание последствий и неприятие вредных привычек (употребления алкоголя, наркотиков, курения); понимание ценности правил индивидуального и коллективного безопасного поведения в ситуациях, угрожающих здоровью и жизни людей.

В сфере трудового воспитания: коммуникативная компетентность в учебно-исследовательской деятельности, общественно полезной, творческой и других видах деятельности; интерес к практическому изучению профессий различного рода, в том числе на основе применения предметных знаний по химии и физике; уважение к труду, людям труда и результатам трудовой деятельности; готовность к осознанному выбору индивидуальной траектории образования, будущей профессии и реализации собственных жизненных планов с учетом личностных интересов, способностей к науке, интересов и потребностей общества.

В сфере экологического воспитания: экологически целесообразное отношение к природе как источнику существования жизни на Земле; наличие развитого экологического мышления, экологической культуры, опыта деятельности экологической направленности, умения руководствоваться ими в познавательной, коммуникативной и социальной практике, способности и умения активно противостоять идеологии хемотофобии; способность

использовать приобретаемые при изучении нанохимии знания и умения при решении проблем, связанных с рациональным природопользованием (соблюдение правил поведения в природе, направленных на сохранение равновесия в экосистемах, охрану видов, экосистем, биосферы); осознание глобального характера экологических проблем и путей их решения.

В сфере ценностей научного познания: понимание специфики нанонауки, осознание ее роли в формировании рационального научного мышления, создание целостного представления об окружающем мире как о единстве природы, человека и общества, в познании природных закономерностей и решении проблем сохранения природного равновесия; понимание сущности методов познания, используемых в естественных науках, способности использовать получаемые знания для анализа и объяснения явлений окружающего мира и происходящих в нем изменений, умение делать обоснованные заключения на основе научных фактов и данных, полученных в ходе учебно-исследовательского эксперимента, с целью получения достоверных выводов; заинтересованность в получении естественно-научных знаний в целях повышения общей культуры, естественно-научной грамотности как составной части функциональной грамотности, формируемой при обучении; готовность и способность к непрерывному образованию и самообразованию, к активному получению новых знаний в соответствии с жизненными потребностями.

МЕТАПРЕДМЕТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

В сфере овладения познавательными универсальными учебными действиями:

Базовые логические действия: самостоятельно формулировать и актуализировать проблему, рассматривать ее всесторонне; использовать при освоении знаний приемы логического мышления (анализа, синтеза, сравнения, классифицирования, обобщения), раскрывать смысл научных понятий (выделять их характерные признаки, устанавливать связи с другими понятиями); определять цели деятельности, задавая параметры и критерии их достижения, соотносить результаты деятельности с поставленными целями; использовать научные понятия для объяснения фактов и явлений природы; строить логические рассуждения (индуктивные, дедуктивные, по аналогии), выявлять закономерности и противоречия в рассматриваемых явлениях, формулировать выводы и заключения; применять схемно-модельные средства для представления существенных связей и отношений в изучаемых объектах, а также противоречий разного рода, выявленных в различных информационных источниках; разрабатывать план решения проблемы с учетом анализа имеющихся материальных и нематериальных ресурсов.

Базовые исследовательские действия: владеть научной терминологией, ключевыми понятиями и методами нанонауки; владеть навыками учебно-исследовательской и проектной деятельности, навыками разрешения

проблем; способностью и готовностью к самостоятельному поиску методов решения практических задач, применению различных методов познания; использовать различные виды деятельности по получению нового знания, его интерпретации, преобразованию и применению в учебных ситуациях, в том числе при создании учебных и социальных проектов; формировать научный тип мышления, владеть научной терминологией, ключевыми понятиями и методами; ставить и формулировать собственные задачи в образовательной деятельности и жизненных ситуациях; уметь интегрировать знания из разных предметных областей.

Работа с информацией: владеть навыками получения информации из источников разных типов, самостоятельно осуществлять поиск, анализ, систематизацию и интерпретацию информации различных видов и форм представления; оценивать достоверность информации; формулировать запросы и применять различные методы при поиске и отборе информации, необходимой для выполнения учебных задач; самостоятельно выбирать оптимальную форму представления информации (схемы, графики, диаграммы, таблицы, рисунки и др.); использовать научный язык в качестве средства при работе с информацией: применять химические, физические и математические знаки и символы, формулы, аббревиатуру, номенклатуру, использовать и преобразовывать знаково-символические средства наглядности.

В сфере овладения универсальными коммуникативными действиями: осуществлять общение во внеурочной деятельности; развернуто и логично излагать свою точку зрения с использованием языковых средств; понимать и использовать преимущества командной и индивидуальной работы; выбирать тематику и методы совместных действий с учетом общих интересов и возможностей каждого члена коллектива; принимать цели совместной деятельности, организовывать и координировать действия по ее достижению: составлять план действий, распределять роли с учетом мнений участников, обсуждать результаты совместной работы; оценивать качество своего вклада и каждого участника команды в общий результат по разработанным критериям; предлагать новые проекты, оценивать идеи с позиции новизны, оригинальности, практической значимости; осуществлять позитивное стратегическое поведение в различных ситуациях, проявлять творчество и воображение, быть инициативным.

В сфере овладения универсальными регулятивными действиями:

Самоорганизация: использовать научные знания для выявления проблем и их решения в жизненных и учебных ситуациях; самостоятельно осуществлять познавательную деятельность, выявлять проблемы, ставить и формулировать собственные задачи; самостоятельно составлять план выполнения учебно-исследовательского эксперимента с учетом имеющихся ресурсов, собственных возможностей и предпочтений; расширять рамки учебного предмета на основе личных предпочтений; делать осознанный

выбор, аргументировать его, брать на себя ответственность за решение; оценивать приобретенный опыт; способствовать формированию и проявлению эрудиции в области естественных наук, постоянно повышать свой образовательный и культурный уровень.

Самоконтроль: давать оценку новым ситуациям, вносить коррективы в деятельность, оценивать соответствие результатов целям; принимать мотивы и аргументы других при анализе результатов деятельности; использовать приемы рефлексии для оценки ситуации, выбора верного решения; уметь оценивать риски и своевременно принимать решения по их снижению.

Принятие себя и других: принимать себя, понимая свои недостатки и достоинства; признавать свое право и право других на ошибки.

ПРЕДМЕТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

10 КЛАСС

Ввод данных

11 КЛАСС

По итогам реализации Программы обучающиеся будут знать: основные положения законов, теорий, закономерностей, правил, гипотез в области современных нанонауки и нанотехнологии; биографические данные и основные достижения ведущих представителей науки о дисперсных средах и нанохимии; основополагающие нанохимические термины и понятия (наночастица, наноматериалы, наноструктуры, наносистемы и др.); строение основных надмолекулярных структур, присутствующих в дисперсных средах; возможности направленного синтеза и модификации наноструктурированных веществ и материалов; функциональные возможности наноструктурированных веществ и материалов; основные методы научного познания, используемые в нанохимических и нанотехнологических исследованиях; ключевые достижения в области нанотехнологии; основные приложения наноструктурированных веществ и материалов.

По итогам реализации Программы обучающиеся будут уметь: пользоваться терминологией, относящейся к нанохимии и нанотехнологии; различать различные уровни организации материи в наноструктурированных объектах; собирать шаро-стержневые модели структур нанообъектов; применять программное обеспечение для визуализации пространственной структуры нанообъектов; планировать и проводить учебно-исследовательский эксперимент по изучению свойств дисперсных систем; анализировать изображения наноструктурированных объектов, полученные различными методами изучения; устанавливать взаимосвязи между наукой и технологиями, наноматериалами и их свойствами, методами исследования и их возможностями; оценивать этические аспекты современных исследований в области нанотехнологий; самостоятельно работать с источниками

дополнительной литературы и интернет-ресурсами, включая ресурсы на английском языке.

ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

11 КЛАСС

№ п/п	Наименование разделов и тем программы	Количество часов	Основное содержание	Основные виды деятельности	Электронные (цифровые) образовательные ресурсы
Раздел 1. Методы исследования наноструктурированных веществ и материалов					
1.1	Оптические методы	4	Оптические свойства наночастиц и наноматериалов. Микроскопия. Дифракционный предел. Фотометрия. Спектрофотометрия: измерение пропускания, поглощения, люминесценции. Динамическое светорассеяние	Учебно-исследовательский эксперимент: Микроскопическое изучение препаратов наносеребра на стеклах	Наноград https://palm.school/
1.2	Электронная микроскопия	3	Просвечивающая электронная микроскопия. Сканирующая электронная микроскопия.	Практическая работа: Сравнительный анализ изображений наноструктур, полученных электронной	Наноград https://palm.school/

			Особенности изучения биологических объектов на наноуровне	микроскопией	
1.3	Рентгеновская дифрактометрия	4	Рентгенофазовый анализ. Уширение пиков как признак нанообъекта и как способ оценки размера кристаллитов. Рентгеноструктурный анализ. Определение структуры наноразмерных объектов на атомном уровне	Практическая работа: Визуализация структур биополимеров, полученных методом рентгеноструктурного анализа	Наноград https://palm.school/
1.4	Сканирующая зондовая микроскопия	6	Туннельная микроскопия. Атомно-силовая микроскопия. Анализ наноструктуры поверхностей. Статический и динамический режим сканирования	Учебно-исследовательский эксперимент: Изучение поверхности методом атомно-силовой микроскопии. Практическая работа: Анализ изображений, полученных методом атомно-силовой	Наноград https://palm.school/

				микроскопии, с помощью современного программного обеспечения	
Итого по разделу 1		17			
Раздел 2. Функциональные свойства наноструктурированных веществ и материалов					
2.1	Функциональные свойства вещества, обеспечиваемые наноматериалами	5	Сверхнизкая смачиваемость. Сверхпрочность. Высокотемпературная сверхпроводимость. Сверхфльтрация. Сверхъяркость светопускания. Сухая адгезия (биомиметика геккона). Магнитные свойства		Наноград https://palm.school/
Итого по разделу 2		5			
Раздел 3. Нанотехнологии – перспективы развития и состояние науки на сегодняшний день					
3.1	Современные применения нанотехнологии	1	Общий обзор современных применений нанотехнологии	Викторина: Нанотехнологии в нашей жизни	Наноград https://palm.school/
3.2	Углеродные наноматериалы	2	Особая роль углерода в наномире. Фуллерены, графен,	Практическая работа: Моделирование пространственной	Наноград https://palm.school/

			нанотрубки	структуры фуллеренов	
3.3	Нanomатериалы для энергетики	2	Нanomатериалы в топливных элементах. Литий-ионные аккумуляторы. Суперконденсаторы	Учебно-исследовательский эксперимент: Измерение емкости литий-ионного аккумулятора	Наноград https://palm.school/
3.4	Нанoeлектроника	2	Закон Мура. Технологический процесс производства интегральных микросхем. Системы записи информации	Практическая работа: Анализ изображения поверхности компакт-диска	Наноград https://palm.school/
3.5	Нanomатериалы в медицине и экологии	2	Нанодиагностика. Применение наноматериалов в терапии. Наносорбенты. Фотокатализаторы. Самоочистка	Практическая работа: Визуализация пространственной структуры нанобиопрепаратов с помощью современного программного обеспечения	Наноград https://palm.school/
Итого по разделу 3		9			
Раздел 4. Актуальные проблемы в области нанохимии и нанотехнологии					
4.1	Дискуссия	3	Актуальные проблемы в области нанохимии и	Итоговая аттестация. Зачетная работа	Наноград https://palm.school/

			нанотехнологии		
Итого по разделу 4		3			
ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ ПО ПРОГРАММЕ		34			

ПОУРОЧНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

11 КЛАСС

№ п/п	Тема урока	Количество часов			Электронные цифровые образовательные ресурсы
		Всего	Контрольные работы	Практические работы	
1	Оптические методы. Оптические свойства наночастиц и наноматериалов	1			Наноград https://palm.school/
2	Микроскопия. Дифракционный предел	1			Наноград https://palm.school/
3	Фотометрия. Спектрофотометрия: измерение пропускания, поглощения, люминесценции	1			Наноград https://palm.school/
4	Динамическое светорассеяние. Микроскопическое изучение препаратов наносеребра на стеклах	1		1	Наноград https://palm.school/
5	Просвечивающая электронная микроскопия	1			Наноград https://palm.school/
6	Сканирующая электронная микроскопия	1			Наноград https://palm.school/
7	Особенности изучения биологических объектов на наноуровне. Сравнительный анализ изображений наноструктур	1		1	Наноград https://palm.school/
8	Рентгенофазовый анализ. Уширение пиков как	1			Наноград

	признак нанообъекта				https://palm.school/
9	Рентгеноструктурный анализ	1			Наноград https://palm.school/
10	Определение структуры наноразмерных объектов на атомном уровне	1			Наноград https://palm.school/
11	Визуализация структур биополимеров, полученных методом рентгеноструктурного анализа	1		1	Наноград https://palm.school/
12	Туннельная микроскопия	1			Наноград https://palm.school/
13	Атомно-силовая микроскопия	1			Наноград https://palm.school/
14	Анализ наноструктуры поверхностей	1			Наноград https://palm.school/
15	Статический и динамический режим сканирования	1			Наноград https://palm.school/
16	Изучение поверхности методом атомно-силовой микроскопии	1		1	Наноград https://palm.school/
17	Анализ изображений, полученных методом атомно-силовой микроскопии	1		1	Наноград https://palm.school/
18	Сверхнизкая смачиваемость. Сверхпрочность	1			Наноград https://palm.school/

19	Высокотемпературная сверхпроводимость. Сверхфльтрация	1			Наноград https://palm.school/
20	Сверхъяркость светоиспускания. Сухая адгезия (биомиметика геккона)	1			Наноград https://palm.school/
21	Магнитные свойства наноматериалов	1			Наноград https://palm.school/
22	Изучение «эффекта лотоса» на примере лепестка розы. Измерение краевого угла	1		1	Наноград https://palm.school/
23	Современные применения нанотехнологии. Общий обзор	1			Наноград https://palm.school/
24	Викторина: Нанотехнологии в нашей жизни	1		1	Наноград https://palm.school/
25	Особая роль углерода в наном мире. Фуллерены	1			Наноград https://palm.school/
26	Графен, нанотрубки. Моделирование пространственной структуры фуллеренов	1		1	Наноград https://palm.school/
27	Наноматериалы в топливных элементах. Литий- ионные аккумуляторы	1			Наноград https://palm.school/
28	Суперконденсаторы. Измерение емкости литий- ионного аккумулятора	1		1	Наноград https://palm.school/
29	Закон Мура. Технологический процесс производства	1			Наноград

	интегральных микросхем				https://palm.school/
30	Системы записи информации. Анализ изображения поверхности компакт-диска	1		1	Наноград https://palm.school/
31	Нанодиагностика. Применение наноматериалов в терапии	1			Наноград https://palm.school/
32	Наносорбенты. Фотокатализаторы. Самоочистка	1			Наноград https://palm.school/
33	Визуализация пространственной структуры нанобиопрепаратов	1		1	Наноград https://palm.school/
34	Актуальные проблемы в области нанохимии и нанотехнологии. Итоговая аттестация	1	1		Наноград https://palm.school/
ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ ПО ПРОГРАММЕ		34	1	11	

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КУРСА

1. УМК ДЛЯ ПЕДАГОГА И УЧАЩИХСЯ

1. Федеральный закон от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации».
2. Федеральный государственный образовательный стандарт среднего общего образования (утвержден приказом Минобрнауки России от 17 мая 2012 г. № 413).
3. Федеральная образовательная программа среднего общего образования (утверждена приказом Минпросвещения России от 18 мая 2023 г. № 371).
4. Ахметов М.А. Введение в нанотехнологии. Химия: учебное пособие для учащихся 10–11 классов средних общеобразовательных учреждений. — СПб.: Образовательный центр «Участие», 2012. — 108 с.
5. Ахметова А.И., Яминский Д.И., Яминский И.В. «ФемтоСкан Онлайн»: обработка и фильтрация изображений // Наноиндустрия. — 2024. — Т. 17, № 3–4(127). — С. 178–183.
6. Богатырев В.А., Дыкман Л.А., Хлебцов Н.Г. Методы синтеза наночастиц с плазмонным резонансом: учебное пособие. — Саратов: СТУ им. Н.Г. Чернышевского, 2009. — 35 с.
7. Волкова С.А. Современные исследования в области нанотехнологий в содержании химического образования. — М., 2015. — 304 с.
8. Гудилин Е.А. Нанотехнологии – прорыв в будущее! // Образовательная политика. — 2020. — № S5. — С. 54–57.
9. Еремин В.В., Дроздов А.А. Нанохимия и нанотехнологии. — М.: Дрофа, 2009. — 112 с.
10. Зимон А.Д. Занимательная коллоидная химия. — М.: URSS, 2017. — 253 с.
11. Мельникова Н., Гнеушева Е., Маштаков Б. Получение и изучение свойств веществ, состоящих из частиц нано- и микроразмеров. — СПб.: Школьная лига, Издательство «Лема», 2013. — 20 с.
12. Микро- и наномир современных материалов / под ред. Ю.Д. Третьякова. — М.: Химфак МГУ, 2006. — 68 с.
13. Нанотехнологии. Азбука для всех / под ред. Ю.Д. Третьякова. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. — 368 с.
14. Волкова С.А., Ибатуллин А.А., Рогатых С.В. [и др.] О включении основ нанохимии в содержание школьного химического образования // Химия в школе. — 2023. — № 6. — С. 19–24.
15. Пять нобелевских уроков (практикум для старшеклассников по сканирующей зондовой микроскопии) / А.В. Большакова, Е.В. Дубровин, А.Д. Протопопова [и др.]. — М.: Центр перспективных технологий, 2013. — 94 с.

16. Светухин В.В., Явтушенко И.О. Основы нанотехнологий. 10–11 классы: учебное пособие. — 3-е изд., стер. — М.: Просвещение, 2023. — 111 с.

17. Словарь нанотехнологических и связанных с нанотехнологиями терминов / Г.Г. Борисенко, И.В. Гольдт, Е.А. Гудилин [и др.]. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. — 528 с.

18. Ахметова А.И., Иванов О.В., Максимова Н.Е. [и др.] Теория и практика сканирующей зондовой микроскопии: новые решения для физики, химии, биологии и медицины // Наноиндустрия. — 2023. — Т. 16, № 2(120). — С. 88–95.

19. Щербаков А.Б., Иванов В.К. Практикум по наноматериалам и нанотехнологиям. — М.: МГУ, 2019. — 368 с.

Интернет-источники (для педагога и учащихся)

1. Всероссийская интернет-олимпиада по нанотехнологиям [Электронный ресурс]. — URL: <https://enanos.nanometer.ru/>

2. Наноград [Электронный ресурс]. — URL: <https://palm.school/>