

# МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Департамент образования ХМАО-Югры

Департамент образования г. Лангепаса

ЛГ МАОУ "СОШ № 1 "

РАССМОТРЕНО

заседании ШМО

СОГЛАСОВАНО

заместитель директора  
по УР

УТВЕРЖДЕНО

Директор

Мискевич Ю.А.

Протокол №2 от «28» 08  
2025 г.

Шайнурова И.А.

Приказ №429-о от «28» 08  
2025 г.

Шахматова Н.В.

Приказ №429-о от «28» 08  
2025 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

элективного курса «Современные исследования и достижения нанохимии»

для обучающихся 11 класса



ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН  
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 00AAE44EF79E4BB25DE40EB0DAAD71F231  
Владелец: Шахматова Наталья Владимировна  
Действителен: 04.07.2024г. До 27.09.2025г.

г. Лангепас 2025

## **ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

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 элективного курса «Современные исследования и достижения нанохимии» (далее – Программа) естественно- научной 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.

### **Актуальность Программы**

Нанохимия в своих проявлениях относится к области естественных наук в целом. Изначально сформировавшись на стыке химии и физики, нанохимические подходы во многом влияют на современное понимание молекулярных основ биологии и других наук. Тем не менее в школьных курсах по естественно-научным предметам темы, связанные с нанохимией, располагаются порознь и

занимают крайне малый общий объем. В части возможного дублирования с ФОП СОО по предметной области «Естественно- научные предметы» Программа почти не пересекается ни с федеральной рабочей программой по учебному предмету «Химия» (темы «Аллотропные модификации углерода», «Понятие о дисперсных системах», «Представление о коллоидных растворах» в разделе «Теоретические основы химии», а также упоминание нанотехнологий в разделе «Химия и жизнь»); ни с федеральной рабочей программой по учебному предмету «Физика» ( «Поверхностное натяжение» в теме «Агрегатные состояния вещества. Фазовые переходы»; упоминание «Получение наноматериалов» в теме «Основы молекулярно-кинетической теории»); ни с федеральной рабочей программой по учебному предмету «Биология» («Общие свойства биологических мембран» в теме «Химическая организация клетки»; «Нанотехнологии в биологии и медицине»).

Программа разработана в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта среднего общего образования (ФГОС СОО). Необходимость реализации Программы связана с крайне широким распространением продуктов нанохимии в современном мире и вышеупомянутым недостаточным отражением основных принципов, на которых она построена, в основной образовательной программе.

Большое внимание в Программе уделено методам получения и изучения наноструктурированных веществ и материалов. Практическая сторона Программы позволяет увидеть яркие стороны нанохимии при относительной доступности выполнения учебно-исследовательского эксперимента и во многом базируется на примерах лабораторных работ, изложенных в Практикуме по наноматериалам и нанотехнологиям А.Б. Щербакова и В.К. Иванова [16]. Изучение нанохимии открывает много нового и неожиданного как для учеников, так и для педагогов. Проектная и исследовательская деятельность по нанохимии, которая может выполняться с опорой на Программу, при должной постановке будет приводить к объективно новым результатам, ранее не описанным в

научной литературе.

**Новизна Программы** заключается в том, что она построена на пошаговом ознакомлении обучающихся с основами нанонауки и ее приложениями.

Реализация Программы способствует детализации знаний обучающихся о физико-химических процессах, протекающих на наноуровне, расширению представлений о возможностях применения нанохимических подходов, способствует профориентации обучающихся.

**Педагогическая целесообразность** Программы заключается в том, что она создает условия для формирования у обучающихся естественно-научной картины мира, развивает умение критического осмысления информации, дает возможность получить навык проведения учебно-исследовательского эксперимента, расширяет базис для углубленного изучения нанохимических процессов в высшей школе.

**Цель Программы** – 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.

## **Варианты реализации Программы и формы проведения занятий**

Реализация Программы предполагает сочетание лекционной и семинарской форм работы с элементами практикума: лекции, семинары, дискуссии, защиты проектов, учебно-исследовательский эксперимент, практические работы – изображение химических формул, визуализация трехмерных объектов и пр.

В семинарской части возможна смена индивидуальных и групповых форм проведения в зависимости от предпочтений педагога. В практической части встречаются как учебно-исследовательский эксперимент, так и компьютерный практикум.

При реализации Программы используется вычислительная техника, обеспечивающая доступ к специализированному программному обеспечению и научной литературе.

Для самостоятельного изучения предусмотрен список актуальной литературы по описываемой области, рассчитанный как на учителей, так и на школьников, участвующих в реализации Программы.

Программа разработана для обучающихся профильных 11 классов (естественно-научный профиль обучения). Общее количество времени, отводимого на освоение Программы, составляет 34 часа.

Формы контроля служат для определения результативности освоения Программы обучающимися.

*Формы проведения аттестации:*

- тестирование;
- практические занятия;
- зачетная работа.

## **Взаимосвязь с федеральной рабочей программой воспитания**

Программа разработана с учетом рекомендаций федеральной рабочей программы воспитания для общеобразовательных организаций. Она учитывает психолого-педагогические особенности соответствующей возрастной категории обучающихся.

В частности, в ходе реализации Программы возможно сочетать как интеллектуальное, так и социальное развитие обучающихся, создающее основы для их самоопределения на основе духовно-нравственных ценностей.

К задачам реализации данной Программы можно отнести достижение личностных результатов освоения общеобразовательных программ по физике, химии и биологии в соответствии с ФГОС СОО, а именно: сформированность ценностей самостоятельности и инициативы, готовность обучающихся к саморазвитию, самостоятельности и личностному самоопределению, наличие мотивации к целенаправленной социально значимой деятельности, сформированность внутренней позиции личности как особого ценностного отношения к себе, окружающим людям и жизни в целом.

Программа соответствует следующим основным направлениям воспитания: гражданское воспитание, патриотическое воспитание, духовно-нравственное воспитание, эстетическое воспитание, формирование культуры здорового образа жизни, трудовое воспитание, экологическое воспитание, воспитание ценности научного познания.

## **Особенности работы педагога по Программе**

Перед преподавателем, работающим по Программе, стоит задача гармоничного сочетания элементов химии, биологии, физики и информатики, которые необходимы для конвергентного понимания нанохимии. Тем не менее акцент в составлении Программы сделан на химические аспекты нанонауки, что может частично смягчить кадровый вопрос в реализации Программы. Усвоение обучающимися новых знаний в этой области тесно связано с успешностью реализации учебно-исследовательского эксперимента и практических работ,

заложенных в Программу. При недостаточности материально-технического оснащения образовательной организации рекомендуется сделать акцент в реализации Программы на работу с цифровыми ресурсами. Возможно сокращение количества планируемых практических работ для углубления работы над теоретическими разделами Программы.

## **СОДЕРЖАНИЕ КУРСА**

### **11 КЛАСС**

**Раздел 1. Организационное занятие «Нанохимия и нанотехнология как междисциплинарная область». Цели и задачи курса. Инструктаж**

#### ***Тема 1.1. Введение в Программу***

*Теория.* Формы и методы деятельности. План работы на учебный год. Инструктаж по технике безопасности.

*Практика.* Первичная диагностика. Входное тестирование.

**Раздел 2. История науки о дисперсных системах**

***Тема 2.1. Начало изучения поверхностных явлений и дисперсных систем***

*Теория.* Капилляры и закон Лапласа. Изучение адсорбции (К. Шееле, Т. Ловиц). Металлические золи (М. Фарадей). Броуновское движение. Осмос и диализ (Т. Грэм). Коллоидные системы. Определение числа Авогадро (Ж. Перрен). Эффект Ребиндера. Термин «нанотехнологии», история его появления и популяризации (Р. Фейнман, Н. Танигути, Э. Дрекслер).

*Практика.* Учебно-исследовательский эксперимент: Изучение адсорбции красителей с помощью активированного угля. Определение его сорбционной способности.

**Раздел 3. Основы физики поверхности и дисперсных сред**

#### ***Тема 3.1. Основы физики поверхности***

*Теория.* Физико-химические свойства атомов на поверхности. Поверхностное натяжение. Адсорбция. Смачивание.

*Практика.* Учебно-исследовательский эксперимент: Определение поверхностного натяжения воды методом отрыва капель.

### ***Тема 3.2. Свойства дисперсных сред***

*Теория.* Электрические свойства. Устойчивость. Физико-химическая механика.

*Практика.* Учебно-исследовательский эксперимент: Оценка толщины графитовой линии в зависимости от мягкости карандаша.

## **Раздел 4. Дисперсные системы: получение и применение**

### ***Тема 4.1. Классификация дисперсных систем***

*Теория.* Классификация дисперсных систем. Понятия «наноматериал», «нанообъект». Виды нанообъектов (0D, 1D, 2D; микро-, мезо- и макропористые). Яркие примеры проявления размерного эффекта.

*Практика.* Практическая работа: Моделирование структуры наночастиц разного размера, сравнение доли поверхностных атомов и числа нескомпенсированных валентностей.

### ***Тема 4.2. Дисперсные системы, содержащие газовую фазу***

*Теория.* Пены, аэрозоли и аэрогели.

*Практика.* Учебно-исследовательский эксперимент: Определение устойчивости пены моющих средств.

### ***Тема 4.3. Дисперсные системы, содержащие жидкую фазу***

*Теория.* Золи, гели, эмульсии и суспензии. Положение золь на шкале дисперсности коллоидных систем.

*Практика.* Учебно-исследовательский эксперимент: Получение золь наноструктурированного серебра.

### ***Тема 4.4. Дисперсные системы, содержащие поверхностно-активные вещества***

*Теория.* Поверхностно-активные вещества. Мембраны, мицеллы и липосомы. Биологические дисперсные системы.

*Практика.* Учебно-исследовательский эксперимент: Изучение влияния поверхностно-активных веществ на поверхностное натяжение.

### ***Тема 4.5. Методы визуализации наночастиц***

*Теория.* Эффект Тиндаля. Анализ траекторий движения наночастиц.

*Практика.* Учебно-исследовательский эксперимент: Демонстрация эффекта Тиндаля на дисперсных системах различного рода.

## **Раздел 5. Методы синтеза наноструктурированных веществ и материалов**

### ***Тема 5.1. Принцип «сверху-вниз»***

*Теория.* Принципы получения наноструктур: «сверху-вниз» и «снизу-вверх». Получение графена. Особенности работы планетарных мельниц.

*Практика:* Практическая работа: Построение модели планетарной мельницы.

### ***Тема 5.2. Принцип «снизу-вверх»***

*Теория.* Основы супрамолекулярной химии. Самосборка. Методы синтеза наночастиц: «мягкой химией» – золь-гель, «гомогенного осаждения», обращенно-мицеллярный, микроэмульсионный; термолиз, CVD. Методы стабилизации наночастиц: стерическая, хелатная, электростатическая, иммобилизацией в матрице. Направленный синтез нанообъектов: квантовые точки, нанопленки, объемные наноматериалы. Модификация свойств наноматериалов.

*Практика:* Учебно-исследовательский эксперимент: Газофазный синтез нанокристаллического хлорида аммония. Получение золь наномagnetита, наноразмерного диоксида титана, берлинской лазури. Получение нанопленок серебра на стеклянной подложке. Оценка их толщины.

***Промежуточная аттестация.***

## **ПЛАНИРУЕМЫЕ 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 хемофобии;

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**

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

<i>№ n/n</i>	<i>Наименование разделов и тем курса</i>	<i>Количество часов</i>	<i>Программное содержание</i>	<i>Характеристика деятельности обучающихся</i>
<b>Раздел 1. Организационное занятие «Нанохимия и нанотехнология как междисциплинарная область»</b>				
1.1.	Введение в Программу	2	Формы и методы деятельности. План работы на учебный год. Инструктаж по технике безопасности	Первичная диагностика. Входное тестирование
Итого по разделу		2		
<b>Раздел 2. История науки о дисперсных системах</b>				
2.1	Начало изучения поверхностных явлений и дисперсных систем	4	Капилляры и закон Лапласа. Изучение адсорбции (К. Шееле, Т. Ловиц). Металлические золи (М. Фарадей). Броуновское движение. Осмос и диализ (Т. Грэм). Коллоидные системы. Определение числа Авогадро (Ж. Перрен). Эффект Ребиндера. Термин «нанотехнологии», история его появления и популяризации (Р. Фейнман, Н. Танигути, Э. Дрекслер)	<i>Учебно-исследовательский эксперимент:</i> Изучение адсорбции красителей с помощью активированного угля. Определение его сорбционной способности

Итого по разделу	4		
------------------	---	--	--

<b>Раздел 3. Основы физики поверхности и дисперсных сред</b>				
3.1	Основы физики поверхности	4	Физико-химические свойства атомов на поверхности. Поверхностное натяжение. Адсорбция. Смачивание	<i>Учебно-исследовательский эксперимент:</i> Определение поверхностного натяжения воды методом отрыва капель
3.2	Свойства дисперсных сред	4	Электрические свойства. Устойчивость. Физико-химическая механика	<i>Учебно-исследовательский эксперимент:</i> Оценка толщины графитовой линии в зависимости от мягкости карандаша
Итого по разделу		8		

<b>Раздел 4. Дисперсные системы: получение и применение</b>				
4.1	Классификация дисперсных систем	2	Понятия «наноматериал», «нанообъект». Виды нанообъектов (0D, 1D, 2D; микро-, мезо- и макропористые). Яркие примеры проявления размерного эффекта	<i>Практическая работа:</i> Моделирование структуры наночастиц разного размера, сравнение доли поверхностных атомов и числа нескомпенсированных валентностей
4.2	Дисперсные системы, содержащие газовую фазу	2	Пены, аэрозоли и аэрогели	<i>Учебно-исследовательский эксперимент:</i> Определение устойчивости пены моющих средств
4.3	Дисперсные системы, содержащие	2	Золи, гели, эмульсии и суспензии. Положение золь	<i>Учебно-исследовательский эксперимент:</i>

	жидкую фазу		на шкале дисперсности коллоидных систем	Получение золей наноструктурированного серебра
--	-------------	--	---	--

4.4	Дисперсные системы, содержащие поверхностно-активные вещества	3	Поверхностно-активные вещества. Мембраны, мицеллы и липосомы. Биологические дисперсные системы	<i>Учебно-исследовательский эксперимент:</i> Изучение влияния поверхностно-активных веществ на поверхностное натяжение
4.5	Методы визуализации наночастиц	1	Эффект Тиндаля. Анализ траекторий движения наночастиц	<i>Учебно-исследовательский эксперимент:</i> Демонстрация эффекта Тиндаля на дисперсных системах различного рода
Итого по разделу		10		

**Раздел 5. Методы синтеза наноструктурированных веществ и материалов**

5.1	Принцип «сверху-вниз»	2	Принципы получения наноструктур: «сверху-вниз» и «снизу-вверх». Получение графена. Особенности работы планетарных мельниц	<i>Практическая работа:</i> Построение модели планетарной мельницы
-----	-----------------------	---	---	---

5.2	Принцип «снизу-вверх»	8	<p>Основы супрамолекулярной химии. Самосборка. Методы синтеза наночастиц: «мягкой химией» – золь-гель, «гомогенного осаждения», обращённо-мицеллярный, микроэмульсионный; термолиз, CVD. Методы стабилизации наночастиц:</p>	<p><i>Учебно-исследовательский эксперимент:</i> Газофазный синтез нанокристаллического хлорида аммония. Получение золей наномagnetита, наноразмерного диоксида титана, берлинской лазури. Получение нанопленок серебра на стеклянной подложке. Оценка их</p>
-----	-----------------------	---	--	--

			<p>стерическая, хелатная, электростатическая, иммобилизацией в матрице. Направленный синтез нанообъектов: квантовые точки, нанопленки, объемные наноматериалы. Модификация свойств наноматериалов</p>	<p>толщины. Промежуточная аттестация</p>
Итого по разделу		10		
<b>Всего количество часов по Программе за год</b>		34		

## ПОУРОЧНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

№ п/п	Тема урока	Кол. часов	Дата изучения	Электронные цифровые образовательные ресурсы
1.	Введение в Программу	2		Библиотека ЦОК <a href="https://m.edsoo.ru/7f41837c">https://m.edsoo.ru/7f41837c</a> ЦОС Моя школа <a href="https://myschool.edu.ru">https://myschool.edu.ru</a>
2.	Капилляры и закон Лапласа. Изучение адсорбции (К. Шееле, Т. Ловиц)	1		Библиотека ЦОК <a href="https://m.edsoo.ru/7f41837c">https://m.edsoo.ru/7f41837c</a> ЦОС Моя школа <a href="https://myschool.edu.ru">https://myschool.edu.ru</a>
3.	Металлические золи (М. Фарадей). Броуновское движение	1		Библиотека ЦОК <a href="https://m.edsoo.ru/7f41837c">https://m.edsoo.ru/7f41837c</a> ЦОС Моя школа <a href="https://myschool.edu.ru">https://myschool.edu.ru</a>
4.	Осмоз и диализ (Т. Грэм). Коллоидные системы. Определение числа Авогадро (Ж. Перрен). Эффект Ребиндера	1		Библиотека ЦОК <a href="https://m.edsoo.ru/7f41837c">https://m.edsoo.ru/7f41837c</a> ЦОС Моя школа <a href="https://myschool.edu.ru">https://myschool.edu.ru</a>
5.	Термин «нанотехнологии», история его появления и популяризации (Р. Фейнман, Н. Танигути, Э. Дрекслер)	1		Библиотека ЦОК <a href="https://m.edsoo.ru/7f41837c">https://m.edsoo.ru/7f41837c</a> ЦОС Моя школа <a href="https://myschool.edu.ru">https://myschool.edu.ru</a>
6.	Физико-химические свойства атомов на поверхности	1		Библиотека ЦОК <a href="https://m.edsoo.ru/7f41837c">https://m.edsoo.ru/7f41837c</a> ЦОС Моя школа <a href="https://myschool.edu.ru">https://myschool.edu.ru</a>
7.	Поверхностное натяжение	1		Библиотека ЦОК <a href="https://m.edsoo.ru/7f41837c">https://m.edsoo.ru/7f41837c</a> ЦОС Моя школа <a href="https://myschool.edu.ru">https://myschool.edu.ru</a>
8.	Адсорбция	1		Библиотека ЦОК <a href="https://m.edsoo.ru/7f41837c">https://m.edsoo.ru/7f41837c</a> ЦОС Моя школа <a href="https://myschool.edu.ru">https://myschool.edu.ru</a>
9.	Смачивание	1		Библиотека ЦОК <a href="https://m.edsoo.ru/7f41837c">https://m.edsoo.ru/7f41837c</a> ЦОС Моя школа <a href="https://myschool.edu.ru">https://myschool.edu.ru</a>

10.	Свойства дисперсных сред	1		Библиотека ЦОК <a href="https://m.edsoo.ru/7f41837c">https://m.edsoo.ru/7f41837c</a> ЦОС Моя школа <a href="https://myschool.edu.ru">https://myschool.edu.ru</a>
11.	Электрические свойства	1		Библиотека ЦОК <a href="https://m.edsoo.ru/7f41837c">https://m.edsoo.ru/7f41837c</a> ЦОС Моя школа <a href="https://myschool.edu.ru">https://myschool.edu.ru</a>
12.	Устойчивость	1		Библиотека ЦОК <a href="https://m.edsoo.ru/7f41837c">https://m.edsoo.ru/7f41837c</a> ЦОС Моя школа <a href="https://myschool.edu.ru">https://myschool.edu.ru</a>
13.	Физико-химическая механика	1		Библиотека ЦОК <a href="https://m.edsoo.ru/7f41837c">https://m.edsoo.ru/7f41837c</a> ЦОС Моя школа <a href="https://myschool.edu.ru">https://myschool.edu.ru</a>
14.	Классификация дисперсных систем	2		Библиотека ЦОК <a href="https://m.edsoo.ru/7f41837c">https://m.edsoo.ru/7f41837c</a> ЦОС Моя школа <a href="https://myschool.edu.ru">https://myschool.edu.ru</a>
15.	Дисперсные системы, содержащие газовую фазу	2		Библиотека ЦОК <a href="https://m.edsoo.ru/7f41837c">https://m.edsoo.ru/7f41837c</a> ЦОС Моя школа <a href="https://myschool.edu.ru">https://myschool.edu.ru</a>
16.	Дисперсные системы, содержащие жидкую фазу	2		Библиотека ЦОК <a href="https://m.edsoo.ru/7f41837c">https://m.edsoo.ru/7f41837c</a> ЦОС Моя школа <a href="https://myschool.edu.ru">https://myschool.edu.ru</a>
17.	Дисперсные системы, содержащие поверхностно-активные вещества	3		Библиотека ЦОК <a href="https://m.edsoo.ru/7f41837c">https://m.edsoo.ru/7f41837c</a> ЦОС Моя школа <a href="https://myschool.edu.ru">https://myschool.edu.ru</a>
18.	Методы визуализации наночастиц	1		Библиотека ЦОК <a href="https://m.edsoo.ru/7f41837c">https://m.edsoo.ru/7f41837c</a> ЦОС Моя школа <a href="https://myschool.edu.ru">https://myschool.edu.ru</a>
19.	Принципы получения наноструктур: «сверху-вниз» и «снизу-вверх».	1		Библиотека ЦОК <a href="https://m.edsoo.ru/7f41837c">https://m.edsoo.ru/7f41837c</a> ЦОС Моя школа <a href="https://myschool.edu.ru">https://myschool.edu.ru</a>
20.	Получение графена. Особенности работы планетарных мельниц	1		Библиотека ЦОК <a href="https://m.edsoo.ru/7f41837c">https://m.edsoo.ru/7f41837c</a> ЦОС Моя школа <a href="https://myschool.edu.ru">https://myschool.edu.ru</a>
21.	Основы супрамолекулярной	2		Библиотека ЦОК

	химии. Самосборка.			<a href="https://m.edsoo.ru/7f41837c">https://m.edsoo.ru/7f41837c</a> ЦОС Моя школа <a href="https://myschool.edu.ru">https://myschool.edu.ru</a>
22.	Методы синтеза наночастиц: «мягкой химией» – золь-гель, «гомогенного осаждения», обращённо-мицеллярный, микроэмульсионный; термолиз, CVD.	2		Библиотека ЦОК <a href="https://m.edsoo.ru/7f41837c">https://m.edsoo.ru/7f41837c</a> ЦОС Моя школа <a href="https://myschool.edu.ru">https://myschool.edu.ru</a>
23.	Методы стабилизации наночастиц: стерическая, хелатная, электростатическая, иммобилизацией в матрице.	1		Библиотека ЦОК <a href="https://m.edsoo.ru/7f41837c">https://m.edsoo.ru/7f41837c</a> ЦОС Моя школа <a href="https://myschool.edu.ru">https://myschool.edu.ru</a>
24.	Направленный синтез нанообъектов: квантовые точки, нанопленки, объемные наноматериалы.	1		Библиотека ЦОК <a href="https://m.edsoo.ru/7f41837c">https://m.edsoo.ru/7f41837c</a> ЦОС Моя школа <a href="https://myschool.edu.ru">https://myschool.edu.ru</a>
25.	Модификация свойств наноматериалов	1		Библиотека ЦОК <a href="https://m.edsoo.ru/7f41837c">https://m.edsoo.ru/7f41837c</a> ЦОС Моя школа <a href="https://myschool.edu.ru">https://myschool.edu.ru</a>
26.	Промежуточная аттестация (тест)	1		Библиотека ЦОК <a href="https://m.edsoo.ru/7f41837c">https://m.edsoo.ru/7f41837c</a> ЦОС Моя школа <a href="https://myschool.edu.ru">https://myschool.edu.ru</a>
ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ ПО ПРОГРАММЕ		34		

## **ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ**

### **Методическое обеспечение реализации Программы**

При реализации Программы в учебном процессе используются методические пособия, дидактические материалы, фото- и видеоматериалы, конструкторы для создания шаро-стержневых моделей химических структур; журналы и книги, обзоры и оригинальные публикации, базы данных, программное обеспечение для рисования химических структур и визуализации пространственных объектов, прочие материалы в Сети Интернет.

При проведении занятий используются:

- словесные методы обучения: лекции, объяснения, беседы, консультации;
- наглядные методы обучения: презентации, видеоматериалы, визуализации;
- исследовательские методы обучения – выполнение обучающимися определенных исследовательских заданий.

Усвоение материала контролируется при помощи тестирования и выполнения практических заданий. Заключительное занятие проводится в форме зачетной работы.

### **Материально-технические условия реализации Программы**

Продуктивность работы во многом зависит от качества материально-технического оснащения процесса. Программа реализуется в аудитории образовательной организации с применением технических средств обучения и лабораторного оборудования:

- компьютеры учителя и обучающихся;
- интерактивная доска;
- учебно-научное оборудование по физике и химии.

## ЛИТЕРАТУРА И ЭЛЕКТРОННЫЕ РЕСУРСЫ

### Нормативная база

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; зарегистрирован Минюстом России 7 июня 2012 г. № 24480).
3. Федеральная образовательная программа среднего общего образования (утверждена приказом Минпросвещения России от 18 мая 2023 г. № 371; зарегистрирован Минюстом России 12 июля 2023 г. № 74228).

### Список литературы

1. Ахметов М.А. Введение в нанотехнологии. Химия : учебное пособие для учащихся 10–11 классов средних общеобразовательных учреждений / М.А. Ахметов. – Санкт-Петербург : Образовательный центр «Участие», Образовательные проекты, 2012. – 108 с.
2. Ахметова А.И. «ФемтоСкан Онлайн»: обработка и фильтрация изображений / А.И. Ахметова, Д.И. Яминский, И.В. Яминский // Наноиндустрия. – 2024. – Т. 17, № 3–4(127). – С. 178–183.
3. Богатырев В.А. Методы синтеза наночастиц с плазмонным резонансом / В.А. Богатырев, Л.А. Дыкман, Н.Г. Хлебцов : учебное пособие. – Саратов : СГУ им. Н.Г. Чернышевского, 2009. – 35 с.
4. Волкова С.А. Современные исследования в области нанотехнологий в содержании химического образования / С.А. Волкова. – Москва, 2015. – 304 с.
5. Гудилин Е.А. Нанотехнологии – прорыв в будущее! / Е.А. Гудилин // Образовательная политика. – 2020. – № S5. – С. 54–57.
6. Еремин В.В. Нанохимия и нанотехнологии / В.В. Ерёмин, А.А. Дроздов. – Москва : Дрофа, 2009. – 112 с.
7. Зимон А.Д. Занимательная коллоидная химия / А.Д. Зимон. – Москва : URSS, 2017. – 253 с.

8. Мельникова Н. Получение и изучение свойств веществ, состоящих из частиц нано- и микро размеров / Н. Мельникова, Е. Гнеушева, Б. Маштаков. – Санкт-Петербург : Школьная лига, Издательство «Лема», 2013. – 20 с.

9. Микро- и наномир современных материалов / под ред. Ю.Д. Третьякова. – Москва : Химфак МГУ, 2006. – 68 с.

10. Нанотехнологии. Азбука для всех / под ред. Ю.Д. Третьякова. – Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2008. – 368 с.

11. О включении основ нанохимии в содержание школьного химического образования / С.А. Волкова, А.А. Ибатуллин, С.В. Рогатых [и др.] // Химия в школе. – 2023. – № 6. – С. 19–24.

12. Пять нобелевских уроков (практикум для старшеклассников по сканирующей зондовой микроскопии) / А.В. Большакова, Е.В. Дубровин, А.Д. Протопопова [и др.]. – Москва : Центр перспективных технологий, 2013. – 94 с.

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

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

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

16. Щербаков А.Б. Практикум по наноматериалам и нанотехнологиям / А.Б. Щербаков, В.К. Иванов. – Москва : МГУ, 2019. – 368 с.

### **Интернет-источники**

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

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