

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
СРЕДНЯЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ШКОЛА № 199
ПРИМОРСКОГО РАЙОНА САНКТ-ПЕТЕРБУРГА**

ПРИНЯТО

решением
Педагогического совета
ГБОУ школа № 199
Приморского района
Санкт-Петербурга
Протокол № 1 от 31.08.2026

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора
по учебно-воспитательной
работе

УТВЕРЖДЕНО

Приказом директора
ГБОУ школы №199
Приморского района
Санкт-Петербурга
от 31.08.2026 85/2

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат:
00895B5FDCF3FF4F32DC181004802558F3
Владелец: Протасова Ольга Валерьевна
Действителен: с 13.08.2026 до 06.11.2027

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
курса внеурочной деятельности
«Современные исследования и достижения нанохимии»
для обучающихся 10-11 классов**

Составитель: учитель химии

Санкт-Петербург, 2026/2027 учебный год

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Актуальность

Нанохимия является естественно-научной основой нанотехнологий, играющих важнейшую 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 эти дисциплины критически важны для корректного понимания нанохимических подходов.

Развитие нанохимии и нанотехнологий сегодня служит фокусом приложения сил ведущих учёных 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.

В школьных курсах по естественно-научным предметам темы, связанные с нанохимией, располагаются порознь и занимают крайне малый общий объём. Программа почти не пересекается 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»); 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»); с федеральной рабочей программой по учебному предмету «Биология» («Общие свойства биологических мембран» в теме «Химическая организация клетки»; «Нанотехнологии в биологии и медицине»). Систематическое получение знаний в этой междисциплинарной области возможно организовать в рамках внеурочной деятельности при реализации данной Программы.

Нормативно-правовая база

Программа разработана в соответствии с:

- Федеральным законом от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Федеральным государственным образовательным стандартом среднего общего образования (утверждён приказом Минобрнауки России от 17.05.2012 № 413 с изменениями, в том числе от 27.12.2023 № 1028);
- Федеральной образовательной программой среднего общего образования (утверждена приказом Минпросвещения России от 18.05.2023 № 371);
- Планом внеурочной деятельности в составе ООП СОО.

Цель и задачи программы

Цель: 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.

Задачи:

- ознакомить обучающихся с основами нанонауки, её историей, методами и приложениями;
- сформировать представление о физико-химических процессах, протекающих на наноуровне;
- развить навыки проведения учебно-исследовательского эксперимента и работы с современным программным обеспечением для визуализации нанообъектов;
- расширить базис для углублённого изучения нанохимических процессов в высшей школе;
- способствовать профориентации обучающихся в области фундаментальной и прикладной науки.

Место курса в учебном плане

Программа реализуется в рамках внеурочной деятельности на уровне среднего общего образования для обучающихся 10–11 классов естественно-научного профиля. Общий объём — 68 часов (по 34 часа в год, 1 час в неделю).

Варианты реализации и формы проведения занятий

Реализация Программы предполагает сочетание лекционной и семинарской форм работы с элементами практикума: лекции, семинары, дискуссии, защита проектов, учебно-исследовательский эксперимент, практические работы (изображение химических формул, визуализация трёхмерных объектов и др.).

В семинарской части возможна смена индивидуальных и групповых форм проведения. 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. При недостаточности материально-технического оснащения рекомендуется сделать акцент на работу с цифровыми ресурсами. Возможно сокращение количества практических работ для углубления работы над теоретическими разделами.

Взаимосвязь с федеральной рабочей программой воспитания

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

В ходе реализации Программы сочетается интеллектуальное и социальное развитие обучающихся, создаются основы для их самоопределения на основе духовно-нравственных ценностей. Программа соответствует следующим направлениям воспитания: гражданское, патриотическое, духовно-нравственное, эстетическое, формирование культуры здорового образа жизни, трудовое, экологическое, ценность научного познания.

Формы промежуточной аттестации

Аттестация проводится 1 раз в год: промежуточная — по итогам первого года обучения (10 класс), итоговая — весной второго года обучения (11 класс).

Формы проведения аттестации:

- тестирование;
- практические занятия;

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ КУРСА

Планируемые результаты освоения Программы уточняют и конкретизируют общее понимание личностных, метапредметных и предметных результатов как с позиций организации их достижения в образовательной деятельности, так и с позиций оценки достижения этих результатов в соответствии с ФГОС СОО.

Личностные результаты

Личностные результаты освоения Программы отражают готовность обучающихся руководствоваться системой позитивных ценностных ориентаций и расширение опыта деятельности на её основе и в процессе реализации основных направлений воспитательной деятельности.

В сфере гражданского воспитания:

- способность определять собственную позицию по отношению к явлениям современной жизни и объяснять её;
- готовность к сотрудничеству в процессе совместного выполнения учебных, познавательных и исследовательских задач, уважительное отношение 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, осознание того, что успехи науки и технологии есть результат длительных наблюдений, кропотливых экспериментальных поисков, постоянного труда учёных и практиков;
- способность оценивать вклад российских учёных 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 здорового образа жизни:

- 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 учётом 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 активно противостоять идеологии хемофобии;
- способность использовать приобретаемые при изучении нанохимии знания и умения при решении проблем, связанных с рациональным природопользованием;
- осознание глобального характера экологических проблем и путей их решения.

В сфере ценности научного познания:

- понимание специфики нанонауки, осознание её роли в формировании рационального научного мышления, создание целостного представления об окружающем мире как о единстве природы, человека и общества;
- понимание сущности методов познания, используемых в естественных науках, способность использовать получаемые знания для анализа и объяснения явлений окружающего мира;
- заинтересованность в получении естественно-научных знаний в целях повышения общей культуры, естественно-научной грамотности как составной части функциональной грамотности;
- готовность и способность к непрерывному образованию и самообразованию, к активному получению новых знаний в соответствии с жизненными потребностями.

Метапредметные результаты

Метапредметные результаты включают освоение обучающимися межпредметных понятий и универсальных учебных действий (познавательных, коммуникативных, регулятивных) и способность их использования в учебной, познавательной и социальной практике.

Овладение универсальными учебными познавательными действиями:

Базовые логические действия:

- самостоятельно формулировать и актуализировать проблему, рассматривать её всесторонне;
- использовать при освоении знаний приёмы 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;
- разрабатывать план решения проблемы с учётом 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; быть готовым к самостоятельному поиску методов решения практических задач;
- 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;
- ставить и формулировать собственные задачи в образовательной деятельности и жизненных ситуациях;
- 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 как средство работы с информацией: применять химические, физические и математические знаки и символы, формулы, номенклатуру, использовать и преобразовывать знаково-символические средства наглядности.

Овладение универсальными коммуникативными действиями:

Общение:

- осуществлять общение во внеурочной деятельности;
- развёрнуто и логично излагать свою точку зрения с использованием языковых средств.

Совместная деятельность:

- понимать и использовать преимущества командной и индивидуальной работы;
- выбирать тематику и методы совместных действий с учётом общих интересов и возможностей каждого члена коллектива;
- принимать цели совместной деятельности, организовывать и координировать действия по её достижению: составлять план действий, распределять роли с учётом 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.

Овладение 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 учётом 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 приобретённый опыт.

Самоконтроль:

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

Принятие себя и других:

- принимать себя, понимая свои недостатки и достоинства; признавать своё 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.

СОДЕРЖАНИЕ КУРСА ВНЕУРОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ С УКАЗАНИЕМ ФОРМ ОРГАНИЗАЦИИ И ВИДОВ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

10 КЛАСС

Раздел 1. Организационное занятие «Нанохимия и нанотехнология как междисциплинарная область» (2 ч)

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.

Формы организации: лекция, беседа, тестирование.

Раздел 2. История науки о дисперсных системах (4 ч)

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.

Формы организации: лекция, семинар, учебно-исследовательский эксперимент.

Раздел 3. Основы физики поверхности и дисперсных сред (8 ч)

Тема 3.1. Основы физики поверхности (4 ч).

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

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

Формы организации: лекция, семинар, учебно-исследовательский эксперимент.

Тема 3.2. Свойства дисперсных сред (4 ч).

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

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

Формы организации: лекция, семинар, учебно-исследовательский эксперимент.

Раздел 4. Дисперсные системы: получение и применение (10 ч)

Тема 4.1. Классификация дисперсных систем (2 ч).

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.

Формы организации: лекция, практическая работа.

Тема 4.2. Дисперсные системы, содержащие газовую фазу (2 ч).

Теория. Пены, аэрозоли и аэрогели.

Практика. Учебно-исследовательский эксперимент: определение устойчивости пены моющих средств.

Формы организации: лекция, учебно-исследовательский эксперимент.

Тема 4.3. Дисперсные системы, содержащие жидкую фазу (2 ч).

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

Практика. Учебно-исследовательский эксперимент: получение золь наноструктурированного серебра.

Формы организации: лекция, учебно-исследовательский эксперимент.

Тема 4.4. Дисперсные системы, содержащие поверхностно-активные вещества (3 ч).

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

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

Формы организации: лекция, семинар, учебно-исследовательский эксперимент.

Тема 4.5. Методы визуализации наночастиц (1 ч).

Теория. Эффект Тиндаля. Анализ траекторий движения наночастиц.

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

Формы организации: лекция, учебно-исследовательский эксперимент.

Раздел 5. Методы синтеза наноструктурированных веществ и материалов (10 ч)

Тема 5.1. Принцип «сверху-вниз» (2 ч).

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

Практика. Практическая работа: построение модели планетарной мельницы.

Формы организации: лекция, практическая работа.

Тема 5.2. Принцип «снизу-вверх» (8 ч).

Теория. Основы супрамолекулярной химии. Самосборка. Методы синтеза наночастиц: «мягкой химией» — золь-гель, «гомогенного осаждения», обращённо-мицеллярный, микроэмульсионный; термолиз, CVD. Методы стабилизации наночастиц: стерическая, хелатная, электростатическая, иммобилизацией в матрице. Направленный синтез нанообъектов: квантовые точки, нанопленки, объёмные 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.

Формы организации: лекция, семинар, учебно-исследовательский эксперимент, тестирование.

11 КЛАСС

Раздел 6. Методы исследования наноструктурированных веществ и материалов (17 ч)

Тема 6.1. Оптические методы (4 ч).

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 стёклах.

Формы организации: лекция, практическая работа.

Тема 6.2. Электронная микроскопия (3 ч).

Теория. Просвечивающая электронная микроскопия. Сканирующая электронная микроскопия. Особенности изучения биологических объектов на наноуровне.

Практика. Практическая работа: сравнительный анализ изображений наноструктур, полученных электронной микроскопией.

Формы организации: лекция, практическая работа.

Тема 6.3. Рентгеновская дифрактометрия (4 ч).

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.

Формы организации: лекция, практическая работа.

Тема 6.4. Сканирующая зондовая микроскопия (6 ч).

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.

Формы организации: лекция, практическая работа, учебно-исследовательский эксперимент.

Раздел 7. Функциональные свойства наноструктурированных веществ и материалов (5 ч)

Тема 7.1. Функциональные свойства вещества, обеспечиваемые наноматериалами (5 ч).

Теория. Сверхнизкая смачиваемость. Сверхпрочность. Высокотемпературная сверхпроводимость. Сверхфльтрация. Сверхъяркость светоиспускания. Сухая адгезия (биомиметика геккона). Магнитные свойства.

Практика. Учебно-исследовательский эксперимент: изучение «эффекта лотоса» на примере лепестка розы. Измерение краевого угла.

Формы организации: лекция, семинар, учебно-исследовательский эксперимент.

Раздел 8. Нанотехнологии — перспективы развития и состояние науки на сегодняшний день (9 ч)

Тема 8.1. Современные применения нанотехнологии (1 ч).

Теория. Общий обзор современных применений нанотехнологии.

Практика. Викторина: нанотехнологии в нашей жизни.

Формы организации: лекция, викторина.

Тема 8.2. Углеродные наноматериалы (2 ч).

Теория. Особая роль углерода в наномире. Фуллерены, графен, нанотрубки.

Практика. Практическая работа: моделирование пространственной структуры фуллеренов.

Формы организации: лекция, практическая работа.

Тема 8.3. Наноматериалы для энергетики (2 ч).

Теория. Наноматериалы в топливных элементах. Литий-ионные аккумуляторы. Суперконденсаторы.

Практика. Учебно-исследовательский эксперимент: измерение ёмкости литий-ионного аккумулятора.

Формы организации: лекция, учебно-исследовательский эксперимент.

Тема 8.4. Наноэлектроника (2 ч).

Теория. Закон Мура. Технологический процесс производства интегральных микросхем. Системы записи информации.

Практика. Практическая работа: анализ изображения поверхности компакт-диска.

Формы организации: лекция, практическая работа.

Тема 8.5. Наноматериалы в медицине и экологии (2 ч).

Теория. Нанодиагностика. Применение наноматериалов в терапии. Наносорбенты. Фотокатализаторы. Самоочистка.

Практика. Практическая работа: визуализация пространственной структуры нанобиопрепаратов с помощью современного программного обеспечения.

Формы организации: лекция, практическая работа.

Раздел 9. Актуальные проблемы в области нанохимии и нанотехнологии (3 ч)

Тема 9.1. Дискуссия (3 ч).

Теория. Актуальные проблемы в области нанохимии и нанотехнологии.

Практика. Итоговая аттестация. Зачётная

Формы организации: дискуссия

ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

10 КЛАСС

№ п/п	Наименование разделов и тем курса	Количество часов	Программное содержание	Характеристика деятельности обучающихся
Раздел 1. Организационное занятие «Нанохимия и нанотехнология как междисциплинарная область»				
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		
Раздел 2. История науки о дисперсных системах				
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		

Раздел 3. Основы физики поверхности и дисперсных сред				
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		

Раздел 4. Дисперсные системы: получение и применение				
4.1	Классификация дисперсных систем	2	Понятия «наноматериал», «нанобъект». Виды нанобъектов (0D, 1D, 2D; микро-, мезо- и макропористые). Яркие примеры проявления проявления размерного эффекта	<i>Практическая работа:</i> Моделирование структуры наночастиц разного размера, сравнение доли поверхностных атомов и числа некомпенсированных 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 жидкую фазу	2	Золи, гели, эмульсии и суспензии. Положение золь на шкале дисперсности коллоидных систем	<i>Учебно-исследовательский эксперимент:</i> Получение золь 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	Основы супрамолекулярной химии. Самосборка. Методы синтеза наночастиц: «мягкой химией» – золь-гель, «гомогенного осаждения», обращённо-мицеллярный, микроэмульсионный; термолиз, CVD. Методы стабилизации наночастиц:	<i>Учебно-исследовательский эксперимент:</i> Газофазный синтез нанокристаллического хлорида аммония. Получение золь наномagnetита, наноразмерного диоксида титана, берлинской лазури. Получение нанопленок серебра на стеклянной подложке. Оценка их

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

11 КЛАСС

<i>№ п/п</i>	<i>Наименование разделов и тем курса</i>	<i>Количество часов</i>	<i>Программное содержание</i>	<i>Характеристика деятельности обучающихся</i>
Раздел 6. Методы исследования наноструктурированных веществ и материалов				
6.1	Оптические методы	4	Оптические свойства наночастиц и наноматериалов. Микроскопия. Дифракционный предел. Фотометрия. Спектрофотометрия: измерение пропускания, поглощения, люминесценции. Динамическое светорассеяние	<i>Учебно-исследовательский эксперимент:</i> Микроскопическое изучение препаратов наносеребра на стеклах
6.2	Электронная микроскопия	3	Просвечивающая электронная микроскопия. Сканирующая электронная микроскопия. Особенности изучения биологических объектов на наноуровне	<i>Практическая работа:</i> Сравнительный анализ изображений наноструктур, полученных электронной микроскопией
6.3	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	<i>Практическая работа:</i> Визуализация структур биополимеров, полученных методом рентгеноструктурного анализа

6.4	Сканирующая зондовая микроскопия	6	Туннельная микроскопия. Атомно-силовая микроскопия. Анализ наноструктуры поверхностей. Статический и динамический режим сканирования	<i>Учебно-исследовательский эксперимент:</i> Изучение поверхности методом атомно-силовой микроскопии. <i>Практическая работа:</i> Анализ изображений, полученных методом атомно-силовой микроскопии, с помощью современного программного обеспечения
Итого по разделу		17		
Раздел 7. Функциональные свойства наноструктурированных веществ и материалов				
7.1	Функциональные свойства вещества, обеспечиваемые наноматериалами	5	Сверхнизкая смачиваемость. Сверхпрочность. Высокотемпературная сверхпроводимость. Сверхфiltrация. Сверхъяркость светоиспускания. Сухая адгезия (биомиметика геккона). Магнитные свойства	<i>Учебно-исследовательский эксперимент:</i> Изучение «эффекта лотоса» на примере лепестка розы. Измерение краевого угла
Итого по разделу		5		
Раздел 8. Нанотехнологии – перспективы развития и состояние науки на сегодняшний день				
8.1	Современные применения нанотехнологии	1	Общий обзор современных применений нанотехнологии	<i>Викторина:</i> Нанотехнологии в нашей жизни

8.2	Углеродные наноматериалы	2	Особая роль углерода в наномире. Фуллерены, графен, нанотрубки	<i>Практическая работа:</i> Моделирование пространственной структуры фуллеренов
8.3	Наноматериалы для энергетики	2	Наноматериалы в топливных элементах. Литий-ионные аккумуляторы. Суперконденсаторы	<i>Учебно-исследовательский эксперимент:</i> Измерение емкости литий-ионного аккумулятора
8.4	Нанoeлектроника	2	Закон Мура. Технологический процесс производства интегральных микросхем. Системы записи информации	<i>Практическая работа:</i> Анализ изображения поверхности компакт-диска
8.5	Наноматериалы в медицине и экологии	2	Нанодиагностика. Применение наноматериалов в терапии. Наносорбенты. Фотокатализаторы. Самоочистка	<i>Практическая работа:</i> Визуализация пространственной структуры нанобиопрепаратов с помощью современного программного обеспечения
Итого по разделу		9		
Раздел 9. Актуальные проблемы в области нанохимии и нанотехнологии				
9.1	Дискуссия	3	Актуальные проблемы в области нанохимии и нанотехнологии	Итоговая аттестация. Зачетная работа
Итого по разделу		3		
Всего количество часов по Программе за год		34		

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Обязательные учебные материалы для ученика

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

2. Ахметов М. А. Введение в нанотехнологии. Химия: учебное пособие для учащихся 10–11 классов. — СПб.: Образовательный центр «Участие», Образовательные проекты, 2012. — 108 с.

Методические материалы для учителя

1. Щербаков А. Б., Иванов В. К. Практикум по наноматериалам и нанотехнологиям. — М.: МГУ, 2019. — 368 с.
2. Ерёмин В. В., Дроздов А. А. Нанохимия и нанотехнологии. — М.: Дрофа, 2009. — 112 с.
3. Волкова С. А. Современные исследования в области нанотехнологий в содержании химического образования. — М., 2015. — 304 с.
4. Микро- и наномир современных материалов / под ред. Ю. Д. Третьякова. — М.: Химфак МГУ, 2006. — 68 с.
5. Нанотехнологии. Азбука для всех / под ред. Ю. Д. Третьякова. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. — 368 с.
6. Словарь нанотехнологических и связанных с нанотехнологиями терминов / Г. Г. Борисенко, И. В. Гольдт, Е. А. Гудилин [и др.]. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. — 528 с.
7. 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.
8. Зимон А. Д. Занимательная коллоидная химия. — М.: URSS, 2017. — 253 с.
9. Мельникова Н., Гнеушева Е., Маштаков Б. Получение и изучение свойств веществ, состоящих из частиц нано- и микроразмеров. — СПб.: Школьная лига, Лема, 2013. — 20 с.
10. Богатырев В. А., Дыкман Л. А., Хлебцов Н. Г. Методы синтеза наночастиц с плазмонным резонансом. — Саратов: СГУ, 2009. — 35 с.
11. 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.
12. 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.
13. 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.
14. Гудилин Е. А. Нанотехнологии — прорыв в будущее! // Образовательная политика. — 2020. — № S5. — С. 54–57.

Цифровые образовательные ресурсы и ресурсы сети Интернет

1. Всероссийская интернет-олимпиада по нанотехнологиям —
2. Наноград —
3. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов —
4. Программное обеспечение для визуализации и обработки изображений наноструктур «ФемтоСкан Онлайн»
5. Программное обеспечение для построения и визуализации химических структур (ChemDraw, Avogadro, Mercury и др.)

Материально-технические условия реализации Программы

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;
- конструкторы для создания шаро-стержневых моделей химических структур;
- лабораторная посуда и реактивы для учебно-исследовательского эксперимента.

Методическое обеспечение реализации Программы

При проведении занятий используются:

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

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