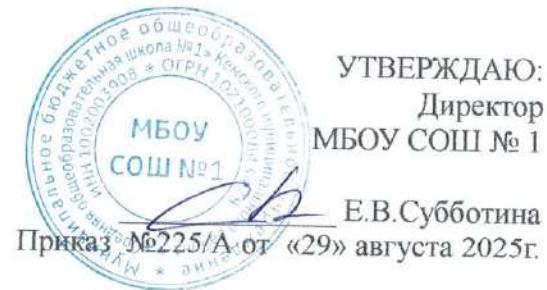


Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение  
«Средняя общеобразовательная школа №1»  
Кемского муниципального района  
(МБОУ СОШ №1)



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
курса внеурочной деятельности  
**«Современные исследования и достижения нанохимии»**  
основной образовательной программы  
среднего общего образования  
на 2025 – 2026 учебный год  
срок освоения программы 1 год

Разработчик: рабочая группа  
по внедрению ФОП

г. Кемь, 2025г.

## **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 курса внеурочной деятельности «Современные исследования и достижения нанохимии» (далее – Программа) естественно научной направленности позволяет осветить обучающимся 10–11 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 напряжение» 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. Для частичной компенсации этого разрыва в Москве уже много лет проводится олимпиада по нанотехнологиям – Олимпиада школьников «Высокие технологии и материалы будущего». Задания Олимпиады позволяют школьникам понять, насколько они ориентируются в этой междисциплинарной области. Систематическое же получение знаний возможно организовать на уровне среднего общего образования в рамках внеурочной деятельности или дополнительного образования, в частности при реализации данной Программы. Большое внимание в Программе уделено методам получения и изученияnanostructuredированных 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]. Изучениеnanoхимии открывает много нового и неожиданного как для учеников, так и для педагогов. Проектная и исследовательская деятельность по nanoхимии, 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 nanoнауки и ее приложениями. Реализация Программы способствует детализации знаний обучающихся о физико-химических процессах, протекающих на nanoуровне, расширению представлений о возможностях применения nanoхимических 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 осмысливания информации, дает возможность получить навык проведения учебно-исследовательского эксперимента, расширяет базис для углубленного изучения nanoхимических 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 10–11 классов (естественно-научный профиль обучения). Программа рассчитана на 2 года обучения. Общее количество времени, отводимого на освоение Программы, составляет 68 часов. Программа реализуется 1 раз в неделю по 1 часу. Вариантом реализации может быть изучение Программы в 10 классе в режиме занятий 2 часа в неделю.

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.

## **Содержание курса внеурочной деятельности**

### **10 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. Оsmос 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 золей на шкале дисперсности коллоидных систем. Практика. Учебно-исследовательский эксперимент: Получение золей наноструктурированного серебра. Тема 4.4. Дисперсные системы, содержащие поверхностно-активные вещества Теория. Поверхностно-активные вещества. Мембранны, 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, микроэмulsionный; 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 золей наномагнетита, наноразмерного диоксида титана, берлинской лазури. Получение нанопленок серебра на стеклянной подложке. Оценка их толщины.

## 11 КЛАСС

Раздел 6. Методы исследованияnanostructuredированных веществ и материалов  
Тема 6.1. Оптические методы Теория. Оптические свойства наночастиц и наноматериалов. Микроскопия. Дифракционный предел. Фотометрия. Спектрофотометрия: измерение пропускания, светорассеяние. поглощения, люминесценции. Динамическое  
12 Практика: Практическая работа: Микроскопическое изучение препаратов наносеребра на стеклах.  
Тема 6.2. Электронная микроскопия Теория. Электронная микроскопия: просвечивающая и сканирующая. Особенности изучения биологических объектов на наноуровне. Практика: Практическая работа: Сравнительный анализ изображений nanostructuredтур, полученных электронной микроскопией.  
Тема 6.3. 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 6.4. Сканирующая зондовая микроскопия Теория. ТунNELьная микроскопия. Атомно-силовая микроскопия. Анализ nanostructuredтуры 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 7. Функциональные свойства наноструктурированных веществ и материалов Тема 7.1. Функциональные свойства вещества, обеспечиваемые наноматериалами Теория. Сверхнизкая смачиваемость. Сверхпрочность. Высокотемпературная сверхпроводимость. Сверхфильтрация. Сверхъяркость светоиспускания. Сухая адгезия (биомиметика геккона). Магнитные свойства. Практика. Учебно-исследовательский эксперимент: Изучение «эффекта лотоса» на примере лепестка розы. Измерение краевого угла.

Раздел 8. Нанотехнологии – перспективы развития и состояние науки на сегодняшний день Тема 8.1. Современные применения нанотехнологии Теория. Современные применения нанотехнологии, общий обзор. Практика. Викторина: Нанотехнологии в нашей жизни. Тема 8.2. Углеродные наноматериалы Теория. Особая роль углерода в наномире. Фуллерены, графен, нанотрубки. Практика. Практическая работа: Моделирование пространственной структуры фуллеренов. Тема 8.3. Наноматериалы для энергетики Теория. Наноматериалы в топливных элементах. Литий-ионные аккумуляторы. Суперконденсаторы. Практика. Учебно-исследовательский эксперимент: Измерение емкости литий-ионного аккумулятора. Тема 8.4. Наноэлектроника Теория. Закон Мура. Технологический процесс производства интегральных микросхем. Системы записи информации. Практика. Практическая работа: Анализ изображения поверхности компакт-диска. Тема 8.5. Наноматериалы в медицине и экологии Теория. Нанодиагностика. Применение наноматериалов в терапии. Наносорбенты. Фотокатализаторы. Самоочистка. Практика. Практическая работа: Визуализация пространственной структуры нанобиопрепараторов с помощью современного программного обеспечения.

Раздел 9. и нанотехнологии Актуальные проблемы в областиnanoхимии  
Тема 9.1. Дискуссия Теория. Актуальные проблемы в области nanoхимии и нанотехнологии. Практика.

## **Планируемые результаты освоения курса внеурочной деятельности**

### **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 nanoнауки, 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 nanoхимии, 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 рассматривать ее всесторонне; и актуализировать проблему, использовать при освоении знаний приемы логического мышления (анализа, синтеза, сравнения, классификации, 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 корректиды 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 и материалов; наноструктурированных веществ 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: п

ользоваться терминологией, относящейся к нанохимии и нанотехнологии; различать различные в наноструктурированных объектах;

уровни организации собирать шаро-стержневые модели структур нанообъектов; материю применять программное обеспечение для визуализации пространственной структуры нанообъектов;

планировать и проводить учебно-исследовательский эксперимент по изучению свойств дисперсных систем;

анализировать изображения наноструктурированных полученные различными методами изучения; устанавливать взаимосвязи объектов, 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

10 класс

№	Наименование раздела / темы	Количество часов	Возможность использования электронных образовательных ресурсов
1	Введение в Программу	1	<a href="#">Рабочие программы – Единое содержание общего образования</a>
2	Введение в Программу	1	<a href="#">Рабочие программы – Единое содержание общего образования</a>
3	Начало изучения поверхностных явлений и дисперсных систем	1	<a href="#">Рабочие программы – Единое содержание общего образования</a>
4	Начало изучения поверхностных явлений и дисперсных систем	1	<a href="#">Рабочие программы – Единое содержание общего образования</a>
5	Начало изучения поверхностных явлений и дисперсных систем	1	<a href="#">Рабочие программы – Единое содержание общего образования</a>
6	Начало изучения поверхностных явлений и дисперсных систем	1	<a href="#">Рабочие программы – Единое содержание общего образования</a>
7	Основы физики поверхности	1	<a href="#">Рабочие программы – Единое содержание общего образования</a>
8	Основы физики поверхности	1	<a href="#">Рабочие программы – Единое содержание общего образования</a>
9	Основы физики поверхности	1	<a href="#">Рабочие программы – Единое</a>

			<a href="#"><u>содержание общего образования</u></a>	
10	Основы физики поверхности	1	<a href="#"><u>Рабочие программы – Единое содержание общего образования</u></a>	
11	Свойства дисперсных сред	1	<a href="#"><u>Рабочие программы – Единое содержание общего образования</u></a>	
12	Свойства дисперсных сред	1	<a href="#"><u>Рабочие программы – Единое содержание общего образования</u></a>	
13	Свойства дисперсных сред	1	<a href="#"><u>Рабочие программы – Единое содержание общего образования</u></a>	
14	Свойства дисперсных сред	1	<a href="#"><u>Рабочие программы – Единое содержание общего образования</u></a>	
15	Классификация дисперсных систем	1	<a href="#"><u>Рабочие программы – Единое содержание общего образования</u></a>	
16	Классификация дисперсных систем	1	<a href="#"><u>Рабочие программы – Единое содержание общего образования</u></a>	
17		1	<a href="#"><u>Рабочие программы – Единое содержание общего образования</u></a>	
18	Дисперсные системы, содержащие газовую фазу	1	<a href="#"><u>Рабочие программы – Единое содержание общего образования</u></a>	
19	Дисперсные системы, содержащие газовую фазу	1	<a href="#"><u>Рабочие программы – Единое содержание общего образования</u></a>	
20	Дисперсные системы, содержащие жидкую фазу	1	<a href="#"><u>Рабочие программы – Единое содержание общего образования</u></a>	
21	Дисперсные системы, содержащие жидкую фазу	1	<a href="#"><u>Рабочие программы – Единое содержание общего образования</u></a>	
22	Дисперсные системы, содержащие поверхностно активные вещества	1	<a href="#"><u>Рабочие программы – Единое содержание общего образования</u></a>	
23	Дисперсные системы, содержащие поверхностно активные вещества	1	<a href="#"><u>Рабочие программы – Единое содержание общего образования</u></a>	

24	Дисперсные системы, содержащие поверхностно активные вещества	1	<a href="#">Рабочие программы – Единое содержание общего образования</a>
25	Методы визуализации наночастиц	1	<a href="#">Рабочие программы – Единое содержание общего образования</a>
26	Принцип «сверху вниз»	1	<a href="#">Рабочие программы – Единое содержание общего образования</a>
27	Принцип «сверху вниз»	1	<a href="#">Рабочие программы – Единое содержание общего образования</a>
28	Принцип «снизу вверх»	1	<a href="#">Рабочие программы – Единое содержание общего образования</a>
29	Принцип «снизу вверх»	1	<a href="#">Рабочие программы – Единое содержание общего образования</a>
30	Принцип «снизу вверх»	1	<a href="#">Рабочие программы – Единое содержание общего образования</a>
31	Принцип «снизу вверх»	1	<a href="#">Рабочие программы – Единое содержание общего образования</a>
32	Принцип «снизу вверх»	1	<a href="#">Рабочие программы – Единое содержание общего образования</a>
33	Принцип «снизу вверх»	1	<a href="#">Рабочие программы – Единое содержание общего образования</a>
34	Принцип «снизу вверх»	1	<a href="#">Рабочие программы – Единое содержание общего образования</a>

11 класс

№	Наименование раздела / темы	Количество часов	Возможность использования электронных образовательных ресурсов
1	Оптические методы	1	<a href="#">Рабочие программы – Единое содержание общего образования</a>
2	Оптические методы	1	<a href="#">Рабочие программы – Единое содержание</a>

			<a href="#"><u>общего образования</u></a>
3	Оптические методы	1	<a href="#"><u>Рабочие программы – Единое содержание общего образования</u></a>
4	Оптические методы	1	<a href="#"><u>Рабочие программы – Единое содержание общего образования</u></a>
5	Электронная микроскопия	1	<a href="#"><u>Рабочие программы – Единое содержание общего образования</u></a>
6	Электронная микроскопия	1	<a href="#"><u>Рабочие программы – Единое содержание общего образования</u></a>
7	Электронная микроскопия	1	<a href="#"><u>Рабочие программы – Единое содержание общего образования</u></a>
8	Рентгеновская дифрактометрия	1	<a href="#"><u>Рабочие программы – Единое содержание общего образования</u></a>
9	Рентгеновская дифрактометрия	1	<a href="#"><u>Рабочие программы – Единое содержание общего образования</u></a>
10	Рентгеновская дифрактометрия	1	<a href="#"><u>Рабочие программы – Единое содержание общего образования</u></a>
11	Рентгеновская дифрактометрия	1	<a href="#"><u>Рабочие программы – Единое содержание общего образования</u></a>
12	Сканирующая зондовая микроскопия	1	<a href="#"><u>Рабочие программы – Единое содержание общего образования</u></a>
13	Сканирующая зондовая микроскопия	1	<a href="#"><u>Рабочие программы – Единое содержание общего образования</u></a>
14	Сканирующая зондовая микроскопия	1	<a href="#"><u>Рабочие программы – Единое содержание общего образования</u></a>
15	Сканирующая зондовая микроскопия	1	<a href="#"><u>Рабочие программы – Единое содержание общего образования</u></a>
16	Сканирующая зондовая микроскопия	1	<a href="#"><u>Рабочие программы – Единое содержание общего образования</u></a>
17	Сканирующая зондовая	1	<a href="#"><u>Рабочие программы –</u></a>

	микроскопия		<a href="#"><u>Единое содержание общего образования</u></a>
18	Функциональные свойства вещества, обеспечиваемые наноматериалами	1	<a href="#"><u>Рабочие программы – Единое содержание общего образования</u></a>
19	Функциональные свойства вещества, обеспечиваемые наноматериалами	1	<a href="#"><u>Рабочие программы – Единое содержание общего образования</u></a>
20	Функциональные свойства вещества, обеспечиваемые наноматериалами	1	<a href="#"><u>Рабочие программы – Единое содержание общего образования</u></a>
21	Функциональные свойства вещества, обеспечиваемые наноматериалами	1	<a href="#"><u>Рабочие программы – Единое содержание общего образования</u></a>
22	Функциональные свойства вещества, обеспечиваемые наноматериалами	1	<a href="#"><u>Рабочие программы – Единое содержание общего образования</u></a>
23	Современные применения нанотехнологии	1	<a href="#"><u>Рабочие программы – Единое содержание общего образования</u></a>
24	Углеродные наноматериалы	1	<a href="#"><u>Рабочие программы – Единое содержание общего образования</u></a>
25	Углеродные наноматериалы	1	<a href="#"><u>Рабочие программы – Единое содержание общего образования</u></a>
26	Наноматериалы для энергетики	1	<a href="#"><u>Рабочие программы – Единое содержание общего образования</u></a>
27	Наноматериалы для энергетики	1	<a href="#"><u>Рабочие программы – Единое содержание общего образования</u></a>
28	Наноэлектроника	1	<a href="#"><u>Рабочие программы – Единое содержание общего образования</u></a>
29	Наноэлектроника	1	<a href="#"><u>Рабочие программы – Единое содержание общего образования</u></a>
30	Наноматериалы в медицине и экологии	1	<a href="#"><u>Рабочие программы – Единое содержание общего образования</u></a>
31	Наноматериалы в медицине и экологии	1	<a href="#"><u>Рабочие программы – Единое содержание общего образования</u></a>

32	Дискуссия	1	<a href="#"><u>Рабочие программы – Единое содержание общего образования</u></a>
33	Дискуссия	1	<a href="#"><u>Рабочие программы – Единое содержание общего образования</u></a>
34	Дискуссия	1	<a href="#"><u>Рабочие программы – Единое содержание общего образования</u></a>