

Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение
«Кингисеппский колледж технологии и сервиса»
структурное подразделение «Детский технопарк «Кванториум»

Рассмотрено педагогическим советом ГБПОУ ЛО «ККТ и С»

Протокол от «27 августа» 2025 года № 1

Согласовано: заместитель директора-руководитель «ДТ «Кванториум»
«27» августа 2025 г.

Утверждена приказом
ГБПОУ ЛО «ККТ и С» от «29» августа 2025 г. № 70-О

Дополнительная общеразвивающая программа

«Наноквантум»

Углубленный уровень

Возраст обучающихся: 12-13 лет

Срок освоения: 170 ч

Автор-составитель: Панасенкова А.В.,
педагог дополнительного образования

г. Кингисепп

Внутренняя экспертиза проведена. Программа рекомендована к рассмотрению на педагогическом/методическом совете учреждения.

Заместитель руководителя по образовательной деятельности

_____ / _____ (Подпись, ФИО)

«_____» _____ 2025 г

Дополнительная общеразвивающая программа соответствует действующим федеральным, региональным нормативным документам Российской Федерации и локальным нормативным актам ГБПОУ ЛО «ККТиС».

Пояснительная записка

Дополнительная общеразвивающая программа «Наноквантум» (углубленный уровень) разработана на основании Федерального закона от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», Концепции развития дополнительного образования детей до 2030 года.

Направленность программы

Дополнительная общеразвивающая программа «Наноквантум» (углубленный уровень) имеет естественно-научную/техническую направленность.

Актуальность программы

По мере развития тенденции минимизации технических и информационно-технических систем, обретения ими новых функциональных характеристик все более актуальными становятся вопросы создания и применения наноразмерных материалов, технологии синтеза и производства которых становятся особенно важными и перспективными. Для предсказания, оценивания и управления свойствами нанотехнологичных продуктов, определения области их работы необходимо понимать как механизмы, лежащие в основе формирования наноматериалов и наноразмерных систем, так и протекающие в них процессы, обуславливающие особенности их работы. С выходом на рынок нанотехнологий, «умных» материалов, новых приборов и лекарственных веществ знания подрастающего поколения в этой сфере будут способствовать новым достижениям во многих отраслях науки и промышленности, а молодым специалистам обеспечат высокую конкурентоспособность и большую востребованность на рынке труда. Программа «Наноквантум» направлена на развитие профессиональных компетенций, продиктованных современными условиями естественнонаучной и технической направленности, и призвана сформировать у школьников знания о методах и технологиях получения нанопорошков, нанослоев, наногетероструктур и наноструктурированных

материалов, в основе которых лежат различные физические и физико-химические процессы.

Педагогическая целесообразность программы

Программа «Наноквантум» (углубленный уровень), главным образом, направлена на решение профориентационных задач, обеспечивая возможность знакомства обучающихся с современным оборудованием и современными требованиями к профессиям естественнонаучной и технической направленности.

Направление «Наноквантума» основывается на изучении материаловедения на микро- и наноуровнях и формирует у учащихся углубленные знания в области химии, биологии, физики, техники, а также формирует навыки работы с современным научным оборудованием.

Обоснованность изучения данного курса вызвана значительной наукоемкостью процессов разработки и изготовления продукции из наноструктурированных материалов, новизной научных разработок и большими рисками при оценке эффективности их использования для создания конкурентоспособной нанопродукции, необходимостью отслеживать постоянно изменяющуюся конъюнктуру на рынке нанопродукции и нанотехнологий.

Методологической основой программы является системно-деятельностный подход, сочетающийся с различными современными образовательными технологиями, такими как технология развития понятийного мышления, технология исследовательской и проектной деятельности. Применение системно-деятельностного подхода наиболее эффективно способствует формированию универсальных учебных действий.

Цель программы – привлечение обучающихся к исследовательской, изобретательской, научной и инженерной деятельности, овладение ими современными представлениями о наноматериалах и наносистемах, а также возможностях их использования при создании наукоемкой продукции.

Задачи программы:

-ознакомление обучающихся с базовыми знаниями в области нанотехнологий;

-осмысление основных отличительных особенностей материалов, находящихся в наносостоянии;

-овладение современными представлениями об основных приборах и методах нанодиагностики и их аналитических возможностях;

-освоение основных методов получения наноматериалов и наноструктур;

-обучение навыкам быстрого освоения новых инструментальных и технических средств, в том числе высокотехнологичного оборудования и принципов работы с ним;

-формирование у обучающихся системных знаний о физических основах, инструментальных принципах и диагностических возможностях методов сканирующей зондовой микроскопии, спектроскопии и литографии (СЗМ, СЛ), являющихся одними из базовых методов современной нанодиагностики;

-формирование у школьников системных знаний о методах и технологиях получения наноразмерных систем и их практической реализации;

-освоение школьниками терминологии и основных понятий, связанных с наноматериалами и нанотехнологиями;

-ознакомление с практической математикой; изучение основ комбинаторики, теории множеств, математической логики; изучение и расчет теории вероятности;

-формирование представлений о проведении математических расчетов с помощью программ;

-развитие познавательного интереса к проектной деятельности, решению изобретательских задач, научно-техническому творчеству;

-овладение навыками проектной деятельности, подготовка в области проектной деятельности на современном уровне;

-ознакомление с правилами техники безопасности при работе с высокотехнологичным оборудованием;

- обучение навыкам использования научно-популярной и справочной литературы, интернет-источников;
- выработка навыков командной работы и публичных выступлений, докладов;
- ознакомление с техническими профессиями и обеспечение условий профессионального самоопределения;
- развитие наблюдательности, внимания, способности учащихся к самостоятельному решению возникающих проблем;
- популяризация научно-технических знаний.

Адресат программы – учащиеся в возрасте 12-13 лет, желающие заниматься исследованиями в области нанотехнологий.

Адресат программы:

учащиеся в возрасте 12-13 лет, интересующиеся исследованиями в сфере нанотехнологий.

Количество обучающихся в группе:

- вводный и углубленный модули - от 10 до 12 человек;
- проектный – от 6 до 10 человек.

Формы обучения и виды занятий

Принятая в программе модель обучения Системы 4К включает в себя как групповые, так и индивидуальные формы организации деятельности учащихся. Программа предполагает свободный выбор форм аудиторных занятий (лекции, беседы, обсуждения, игровые формы работы, практические занятия, метод проектов) выбор которых обуславливается темой занятия и формой его проведения. Командная работа предполагает обсуждение проектов, согласование работ, сборку итогового продукта, общение с куратором. Практическая работа - вводные занятия, практикумы, консультации с преподавателями, сборку продукта и испытания.

Возможны встречи с приглашенными спикерами, совместные конференции, видеоконференции или вебинары с другими квантумами и экспертами, индивидуальные и групповые консультации.

По типу организации взаимодействия педагогов с обучающимися при реализации программ используются личностно-ориентированные технологии обучения (технологии проектной и исследовательской деятельности).

Реализация программы предполагает использование здоровьесберегающих технологий, реализующихся через создание безопасных условий, таких как включение в занятие динамических пауз, периодическая смена деятельности обучающихся; контроль соблюдения обучающимися правил работы на ПК; создание благоприятного психологического климата в группе.

Отличительная особенность программы

Представляемая программа основана на Методическом инструментарии наставника «Наноквантум тулкит» (М.Мухин и др. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Фонд новых форм развития образования, 2019), имеет модульную структуру и заложенную возможность сетевого взаимодействия. Модули построены на практико-ориентированных инженерных и исследовательских проектах (индивидуальных или групповых), направленных на решение задач прикладного и фундаментального характера.

Организационно-педагогические условия

При реализации дополнительной общеобразовательной программы используется форма, основанная на модульном принципе представления содержания образовательной программы и построения учебного плана.

Программа предполагает 3 уровня обучения: вводный, углублённый, проектный. Каждый из уровней имеет законченную структуру со своими целями, задачами и ожидаемыми результатами. Обучающийся начинает изучение программы с вводного уровня, может перейти на углублённый и далее на проектный, а может остановиться только на изучении вводного уровня. Каждый из уровней заканчивается защитой проекта.

Реализация программы может быть осуществлена как на собственных ресурсах кванториума, так и при поддержке сетевых и промышленных партнеров через сетевое взаимодействие.

Совместная деятельность участников образовательного процесса выстраивается на принципах эмоциональной значимости, открытости, деятельности, обратной связи и субъектности обучающегося.

Внутри каждого уровня существует модульное построение программы, включающее в себя непосредственно модуль по направлению квантума (нано), кроме того, обучающимся может быть предложено ещё 2–3 модуля, исходя из возможностей организации (шахматы, технический английский, математика).

Срок освоения программы, режим занятий

Срок освоения общеразвивающей программы определяется в учебном плане, который является приложением и может обновляться по мере необходимости.

Продолжительность одного занятия – 45 минут. Количество занятий в день, неделю определяется в соответствии с учебным планом и календарным графиком.

Планируемые результаты освоения образовательной программы

Знаниевые и профессиональные компетенции

Знание/понимание учащимися:

- предмета нанотехнологии;
- основных видов нанообъектов и наноматериалов, их отличительных особенностей;
- приборов и устройств, разрабатываемых на основе наноматериалов;
- принципа размерного квантования и условия наблюдения квантово-размерных явлений;
- основных параметров, определяющих свойства нанообъектов, методы и приборы их характеристики;
- классификации, возможностей и назначения основных методов получения наноматериалов;
- технологического оборудования и основных методов получения нанопорошков, нанослоев и компактных наноматериалов;

- основы обработки наноструктурированных материалов; методов и технологий получения нанокомпозитов;
- принципов, заложенных в конструкции и программное обеспечение сканирующего зондового микроскопа (СЗМ);
- физических и химических систем пониженной размерности,
- основных научно-технических проблем нанотехнологии и перспектив развития данной области знаний;
- основ комбинаторики, теории множеств, математической логики; теории вероятности; теории графов.

Умения:

- прогнозировать устойчивость и физико-химические свойства нанообъектов и наноматериалов;
- анализировать и предсказывать тенденции развития сегмента рынка продукции на основе наноразмерных систем;
- выбирать оптимальные расходные материалы;
- ориентироваться в современной литературе и вести дискуссию по нанотехнологии;
- самостоятельно ставить задачи по созданию или практическому применению нанообъектов и наноматериалов для решения конкретных задач нанотехнологии;
- ориентироваться в методах получения и исследования наноструктур, сканирующей туннельной микроскопии и спектроскопии;
- проводить математические расчеты с помощью программ;
- применять математические инструменты в проектной деятельности.

Формирование навыков:

- творческого обобщения полученных знаний;
- работы на СЗМ различных типов;
- анализа данных, полученных с помощью СЗМ;
- конкретного и объективного изложения своих знаний в письменной и устной форме,

-фундаментальных знаний о специфике поведения вещества в нанометровом размерном диапазоне;

-понимания механизма возникновения размерных физических и химических эффектов;

-планирования и выполнения учебного проекта с использованием оборудования, моделей, методов и приёмов, защиты проекта.

Универсальные компетенции:

-умение генерировать идеи указанными методами;

-умение слушать и слышать собеседника;

-умение аргументированно отстаивать свою точку зрения;

-умение находить информацию в свободных источниках и структурировать ее;

-умение комбинировать, видоизменять и улучшать идеи;

-навыки командной работы;

-умение грамотно письменно формулировать свои мысли;

-критическое мышление и умение объективно оценивать результаты своей работы;

-основы ораторского мастерства.

Уровень сформированности и освоенности навыков выявляется в ходе защит учебных проектных работ.

По итогам обучения должно сформироваться представление о способе проведения научного исследования, актуальных задачах, самоопределение с областью дальнейшей проектно-исследовательской деятельности, продемонстрирована способность и готовность применять полученные знания на практике.

Работа проектных групп проводится по разным направлениям исследований с учетом интересов учащихся.

Формы аттестации

Основой аттестации является проектная деятельность учащихся по направлению общеобразовательной программы и участием в различных соревнованиях инженерной направленности.

Промежуточная аттестация выполнения программы и степени усвоения материала производится с помощью выполнения кейсов.

Итоговой аттестацией является разработка и защита проекта в виде участия в внутригрупповых выставках, конкурсах, презентациях.

Критерии оценки публичной презентации проекта:

1. Актуальность и значимость проекта (от 0 до 5 баллов).
2. Соответствие результата поставленной цели (0-5 баллов).
3. Уровень завершенности проекта (0-5 баллов).
4. Уровень самостоятельности при выполнении работы (0-3 балла).
5. Качество презентации проекта (оформление, дизайн) (0-3 балла).
6. Качество защиты проекта (устное выступление) и участие каждого в защите (0-3 балла).
7. Умение отвечать на вопросы и отстаивать свою точку зрения (0-3 балла).
8. Анализ научных и инженерных источников, конкурентных подходов к аналогичной или близкой задаче (0-3 балла).

Ученикам, успешно защитившим проект от 20 баллов и выше, посетившим 70% занятий по программе рекомендуется продолжить обучение на следующем уровне. Ученикам, набравшим по результатам защиты проекта менее 20 баллов, а также посетившим менее 70% занятий по программе рекомендуется выбрать обучение по другой дополнительной общеразвивающей программе ДТ «Кванториум».

Методическое обеспечение

Методы, используемые педагогом – различные приемы активизации интереса к предметному содержанию:

- фасилитация;
- модерация;
- использование провокативных методов в теории обучения и творчестве;
- проблематизация;
- схематизация.

Учебно-методические и дидактические средства обучения:

- викторины, анкеты;
- кейс-задания, близкие по тематике содержанию занятий;
- научно-популярные фильмы, видеоматериалы;
- презентации, подготовленные педагогом;
- справочные таблицы (Менделеева, растворимости, вязкости, температуры кипения, плавления и др.).

Материально-техническое обеспечение

Оборудование:

- микроскопы (оптический, металлографический, инвертированный);
- весы (аналитические, прецизионные);
- спектрофотометр;
- центрифуга, магнитная мешалка;
- сканирующий зондовый микроскоп;
- персональный компьютер (ноутбук) с выходом в сеть Интернет и установленным специализированным программам обеспечением;
- вспомогательное оборудование (диспергатор, дистиллятор, ультразвуковая мойка, водяная баня, сушильный шкаф, рефрактометр и т.п.);
- простые измерительные приборы (цифровой мультиметр, штангенциркуль и т.п.);
- набор лабораторной посуды;
- лабораторная мебель, общелабораторные принадлежности;

-расходные материалы;

-спецодежда (халаты, защитные очки, перчатки).

Учебный план

Название модуля	Количество часов в неделю	Количество часов всего
Нано	5	170
Итого		170

Содержание программы

п/п	Тема	Теория	Практика
.	Вводное занятие. Техника безопасности при работе в лаборатории	Пожарная безопасность в «Кванториуме» и «Наноквантуме». Техника безопасности при работе в лаборатории, при работе со стеклянной посудой, химическими реактивами, электроприборами. Экскурсия, знакомство с оборудованием	Изучение практических применений, назначений и названий химической посуды
.	Основы безопасной работы с ПК. Поиск	Поиск информации в интернете: этапы информационного поиска, принципы отбора информации, достоверные	Изучение техники безопасности при работе с ПК. Изучение основ

	информации и выбор источников	источники. Полезные интернет-ресурсы	работы в текстовых и табличных процессорах, программах для подготовки презентаций. Написание конспекта и подготовка мини- доклада на научную тематику
.	Проводники , полупроводники и диэлектрики	Постулаты Бора, принцип запрета Паули. Основы зонной теории. Различия в зонных диаграммах проводников, полупроводников и диэлектриков. Носители заряда. Практические применения полупроводников: светодиоды, фотоэлементы, солнечные батареи. Метод Чохральского	Решение расчётных задач на определение различных параметров полупроводников
.	Кейс «Изготовление светодиода»	Внутренний фотоэффект. Принцип работы светодиода: межзонная рекомбинация носителей заряда при прямом включении р-n перехода. «Белый» светодиод.	Изучение техники безопасности при работе с паяльником. Изучение и анализ различных

		Преимущества и недостатки светодиодов перед другими источниками света	источников информации. Подготовка токопроводящих пластин, работа с кристаллами карбида кремния, изготовление контактов, проведение испытаний
.	Кейс «Изготовление солнечного элемента»	Принцип работы солнечного элемента: генерация носителей заряда при освещении р-п перехода. Преимущества и недостатки различных материалов, используемых для изготовления солнечных элементов. Устройство солнечной батареи	Изучение техники безопасности при работе с паяльником. Изучение и анализ различных источников информации. Изготовление тонкоплёночного солнечного элемента и измерение его параметров
.	Измерительные приборы в лаборатории	Принципы работы и лабораторные применения манометра, барометра, термометра, гигрометра, рН-метра, кондуктометра, солемера, вискозиметра,	Изучение техники безопасности при работе с различными измерительными приборами.

		ареометра, мультиметра, рефрактометра, спектрофотометра	Измерение давления, температуры, влажности, рН, проводимости, солёности, вязкости, плотности, силы тока, напряжения, сопротивления, оптической плотности и концентрации
	Основы аналитической химии	Лабораторные методы исследований: титрование, реакция индикаторов, качественные реакции на различные ионы	Изучение техники безопасности при работе с различным лабораторным оборудованием и химикатами. Качественные реакции на определение сульфатов, хлоридов, карбонатов, металлов, аммиака, хлора. Индикаторное определение веществ. Определение жесткости воды методом титрования

	<p>Методы синтеза наноматериалов</p>	<p>Наноматериалы и наноразмерные объекты. Понятие наноразмерного объекта как промежуточного звена между отдельным атомом или молекулой и объемным материалом. Пространственные размерности наноматериалов. Квантово-размерные эффекты. Методы синтеза наноматериалов. Подход «сверху-вниз» (top-down) и подход «снизу-вверх» (bottom-up). Фотолитография, молекулярно-пучковая эпитаксия, дисперсия, гидротермальный синтез</p>	<p>Изучение техники безопасности при работе с кислотами. Использование диспергатора. Разработка установки для гидротермального синтеза углеродных наночастиц. Выдвижение гипотез по применению наночастиц в различных областях науки, медицины и т.д.</p>
	<p>Кейс «Получение наночастиц серебра методом химического восстановления»</p>	<p>Серебро, особые свойства его наночастиц. Способы получения наночастиц серебра методом химического восстановления ионов серебра. Реакция серебряного зеркала как иллюстрация восстановления ионов серебра глюкозой</p>	<p>Изучение техники безопасности при работе с аммиаком и щелочами. Изучение и анализ различных источников информации. Получение наночастиц серебра. Выдвижение гипотез по применению</p>

			полученных наночастиц в различных областях науки, медицины и т.д.
0.	Магнитные материалы	Магнитные явления. Магнитные материалы и их классификация по конфигурации их магнитных структур: диамагнетики, парамагнетики, ферромагнетики, антиферромагнетики, ферримагнетики. Сверхпроводимость	Изучение свойств различных магнетиков в экспериментах с сильными магнитными полями, создаваемыми неодимовыми магнитами. Наблюдение явления левитации над сильным магнитным полем
1.	Рефрактометрия. Поляриметрия	Рефрактометрия и поляриметрия, их применение. Оптическая активность. Анизотропия.	Изучение техники безопасности при работе с рефрактометром и поляриметром. Определение количества сахара в растворе
2.	Размерные эффекты в нанотехнологиях	Понятие наноразмерного объекта как промежуточного звена между	Работа с компьютером. Поиск информации по теме

		<p>отдельным атомом или молекулой и объемным материалом. Строение наноразмерного объекта. Искусственные наноразмерные объекты и системы. Классификация наноматериалов.</p> <p>Перспективные направления развития нано-технологий. 0D, 1D и 2D нано-размерные объекты. 1D, 2D и 3D нано-размерные системы. Фрактальность наноразмерных систем.</p>	<p>в свободных источниках, ее структурирование. Выработка умения генерировать идеи указанными методами, слушать и слышать собеседника</p>
3.	<p>Кейс «Получение магнитных наночастиц методом химического осаждения из раствора»</p>	<p>Ферромагнетики. Двойной оксид железа, особые свойства его наночастиц. Способы получения ферромагнитных наночастиц методом химического осаждения из раствора. Стабилизация наночастиц</p>	<p>Изучение техники безопасности при работе с аммиаком. Изучение и анализ различных источников информации. Получение магнитных наночастиц их смеси солей железа. Выдвижение гипотез по применению полученных</p>

			наночастиц в различных областях науки, медицины и т.д.
4.	Золь-гель технология	Дисперсные системы. Коллоидные системы: золи и гели. Методы получения золь и гелей. Оптические свойства коллоидных систем. Эффект Тиндаля. Золь-гель процесс	Изучение техники безопасности при работе с различными химикатами. Получение золь и гелей и изучение их светопроводящих свойств. Получение наночастиц оксида цинка золь-гель методом
5.	Знакомство с принципом работы СЗМ NanoTutor	История СЗМ. Изучение конструкции и принципов работы сканирующего зондового микроскопа	Изучение техники безопасности при работе на СЗМ. Работа на виртуальном тренажёре СЗМ NanoTutor
6.	Изготовление и диагностика СЗМ-зондов	Технология изготовления кремниевых кантилеверов для силовой микроскопии, металлических (вольфрамовых) игл для туннельной микроскопии,	Изучение техники безопасности при работе на СЗМ. Определение параметров зондов с

		зонды для электрохимической микроскопии, пьезорезонансные зонды на основе кварцевых и пьезокерамических резонаторов. Основы теории построения СЗМ изображения: учет инструментального вклада формы зонда в измеряемом профиле рельефа, деконволюция	помощью сканирующего электронного микроскопа и с помощью тестовых решеток в сканирующем силовом микроскопе
7.	Сканирующая туннельная микроскопия	Туннельный эффект. Энергетическая диаграмма контакта металл–диэлектрик–металл. Туннельный ток в случае потенциального барьера прямоугольной и треугольной формы. Режим постоянного туннельного тока и постоянной высоты. Пространственное разрешение СТМ. Упругая и неупругая туннельная спектроскопия. Локальная туннельная спектроскопия металлов, полупроводников, сверхпроводников, органических молекул. Сканирующая туннельная	Изучение техники безопасности при работе на СЗМ. Визуализация методом СТМ микро- и наноструктуры поверхности образца мастер-диска, используемого при изготовлении DVD дисков

		микроскопия и спектроскопия атомного разрешения. Эффекты одноэлектронного туннелирования	
8.	Сканирующая силовая микроскопия	Энергия межатомного взаимодействия. Ветви отталкивания и притяжения. Потенциал Леннарда-Джонса. Модель Герца для упругого контакта двух сфер. Упругий контакт плоскости и сферы. Способ измерения локального силового взаимодействия. Кантилеверы и их параметры. Пьезорезонансные датчики силового взаимодействия. Контактная, бесконтактная и полуконтактная измерительные моды. Режим постоянной силы и постоянной высоты. Амплитуда, частота и фаза колебаний в полуконтактном режиме. Особенности силовой микроскопии биологических объектов	Изучение техники безопасности при работе на СЗМ. Выбор кантилеверов для исследования объектов различной природы. Получение кривых подвода в различных режимах, измерение средней силы взаимодействия. Визуализация и измерение геометрических параметров питов на поверхности CD диска из поликарбоната и гидрофобной поверхности лепестка розы
9.	Сканирующая зондовая литография	Локальное механическое давление, напряженность	Изучение техники безопасности при

		<p>электрического поля и плотность тока в области контакта. Физические явления, приводящие к модификации поверхности в области наноконтакта. Токовая литография. Контактная силовая литография. Динамическая силовая литография. Литография методом локального анодного оксидирования. Локальные электрохимические реакции</p>	<p>работе на СЗМ. Работа на СЗМ в режиме литографии. Создание изображений в графическом редакторе и их перенос на фотобумагу методом силовой литографии. Изучение влияния различных параметров на качество изображения, полученного методом силовой литографии</p>
0.	Обработка и анализ СЗМ-данных	Обработка СЗМ-изображений, гистограммы распределения по размерам, способы представления 3D-изображений	Обработка и представление СЗМ-данных, измерение геометрических характеристик объектов на СЗМ-изображениях
.	Подготовка проектов. Учебно-исследовательская и проектная деятельность: особенности, этапы, жизненный цикл, результаты. Командообразование. Целеполагание		
2.	Защита проектов. Стендовая, презентационная		

учебно-тематический план

1	Вводное занятие. Техника безопасности при работе в лаборатории	2	1	1
2	Основы безопасной работы с ПК. Поиск информации и выбор источников	3	1	2
3	Проводники, полупроводники и диэлектрики	10	6	4
4	Кейс «Изготовление светодиода»	8	2	6
5	Кейс «Изготовление солнечного элемента»	8	2	6
6	Измерительные приборы в лаборатории	10	4	6
7	Основы аналитической химии	8	2	6
8	Методы синтеза наноматериалов	8	2	6
9	Кейс «Получение наночастиц серебра методом химического восстановления»	8	2	6
10	Магнитные материалы	6	4	2
11	Размерные эффекты в нанотехнологиях	2	1	1
12	Рефрактометрия. Поляриметрия	6	2	4

13	Кейс «Получение магнитных наночастиц методом химического осаждения из раствора»	8	2	6
14	Золь-гель технология	8	2	6
15	Знакомство с принципом работы СЗМ NanoTutor	2	1	1
16	Изготовление и диагностика СЗМ-зондов	4	1	3
17	Сканирующая туннельная микроскопия	4	1	3
18	Сканирующая силовая микроскопия	6	2	4
19	Сканирующая зондовая литография	6	2	4
20	Обработка и анализ СЗМ-данных	2	1	1
21	Подготовка проектов	15	2	13
22	Защита проектов	1	0	1
23	Самостоятельная работа	34	0	34
	Итого	170	41	129

Задания для самостоятельной работы

№ п/п	Тема	Количество часов
1	Работа с компьютером: отработка навыков по поиску информации, создание выборки компетентных источников научной литературы по нанотехнологиям	4

2	Работа с нейросетью: создание запросов, обсуждение результатов	4
3	Повторение базовых понятий и законов химии, работа с ПС Менделеева	8
4	Составление химических уравнений, расчет стехиометрических коэффициентов	4
5	Создание презентации	8
6	Проработка выступления для защиты	6
	Всего:	34

Планируемые результаты

Обучающиеся должны знать:

- основные понятия и задачи современного естествознания, а также перспективы развития нанотехнологий;
- особенности получения и изучения микро- и нано-структур;
- терминологию и основные понятия, связанные с наноматериалами и нанотехнологиями;
- принципы и методики для исследования объектов и материалов;
- основные методы получения наноматериалов и наноструктур;
- перспективы развития методов получения наноматериалов и наноструктур;
- методы проведения научного исследования.

Уметь:

- строить траектории выполнения исследовательских проектов;
- выбирать оптимальные расходные материалы;
- анализировать полученные данные;
- пользоваться лабораторным оборудованием: микроскопом оптическим, инвертированным, металлографическим, весами аналитическими, прецизионными; спектрофотометром, центрифугой, магнитной мешалкой;

- пользоваться вспомогательным оборудованием: диспергатором, дистиллятором, ультразвуковой мойкой, водяной баней, сушильным шкафом и т.п., простыми измерительными приборами (цифровым мультиметром, рН-метром и т.п.), набором лабораторной посуды, общелабораторными принадлежностями и реактивами;

- работать с персональным компьютером (ноутбук) с выходом в сеть Интернет на уровне пользователя, знать основные программы (MS Word, MS PowerPoint, браузеры).

Результатом усвоения обучающимися программы по развивающему и воспитательному аспектам являются:

- устойчивый интерес обучающихся к современному естествознанию и новейшим технологиям;

- активное участие в научно-исследовательской и проектной деятельности;

- достижения в массовых мероприятиях различного уровня;

- умение генерировать идеи указанными методами;

- умение слушать и слышать собеседника;

- умение аргументированно отстаивать свою точку зрения;

- навыки командной работы;

- критическое мышление и умение объективно оценивать результаты своей работы;

- основы ораторского мастерства.