

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»

Проектный уровень

Возраст обучающихся: 12-16 лет

Срок реализации: 238 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» Проектный 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» Проектный 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.

Данная образовательная программа «Наноквантум» Проектный уровень имеет прикладное направление, включающее в себя подготовку к различным конкурсам, соревнованиям и олимпиадам, в том числе реализацию проектов по заказам индустриальных партнёров. Подготовка команд проектного уровня к конкурсам будет происходить с помощью педагогической технологии проектной деятельности с учётом индивидуальных особенностей обучающихся и конкретных условий конкурсов, соревнований и т.д. Обучающиеся проектного уровня решают задачи соревновательного характера, направленные на применение знаний, полученных на вводном и углубленном уровнях.

Педагогическая целесообразность программы

Программа «Наноквантум» Проектный 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: освоение hard и soft компетенций учащимися в области программирования посредством работы над проектом, заданием индустриального партнера.

Задачи программы:

-расширять и углублять знания, умения и навыки учащихся в области нанотехнологий;

-расширять и углублять представления об основных приборах и методах нанодиагностики и их аналитических возможностях;

расширять и углублять знания, умения и навыки освоения новых инструментальных и технических средств, в том числе высокотехнологичного оборудования и принципов работы с ним;

-расширять и углублять знания, умения и навыки учащихся о физических основах, инструментальных принципах и диагностических возможностях методов сканирующей зондовой микроскопии, спектроскопии и литографии (СЗМ, СЛ), являющихся одними из базовых методов современной нанодиагностики;

- расширять и углублять знания терминологии и основных понятий, связанных с наноматериалами и нанотехнологиями;

- расширять и углублять знания, умения и навыки учащихся в 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;
- закрепление правил техники безопасности при работе с высокотехнологичным оборудованием;
- совершенствование навыка использования научно-популярной и справочной литературы, интернет-источников;
- выработка навыков командной работы и публичных выступлений, докладов;
- развитие наблюдательности, внимания, способности учащихся к самостоятельному решению возникающих проблем;
- популяризация научно-технических знаний.

Адресат программы – учащиеся в возрасте 13-17 лет, желающие заниматься исследованиями в области нанотехнологий, успешно освоившие вводный и углубленный уровень.

Количество обучающихся в группе:

от 6 до 8 человек.

Формы обучения и виды занятий

Программа предполагает выбор форм занятий, таких как лабораторные и практические работы, исследовательская и проектная работа, выбор которых обуславливается темой занятия и формой его проведения.

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. Программа «Наноквантум. Проектный уровень» представляет собой структурированную программу дополнительного образования для обучающихся и направлена на решение реальной практической задачи (проекта).

Организационно-педагогические условия

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

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

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;
- 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;

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;

Формирование навыков:

- творческого обобщения полученных знаний;
- 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.

Работа проектных групп проводится по разным направлениям исследований с учетом проектного задания.

Формы аттестации

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

Итоговой аттестацией является разработка и защита проекта в виде участия в конкурсе по направлению квантума или фестивале проектов.

Системы оценки результатов освоения образовательной программы

Освоение программы завершается защитой проекта.

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».

По итогам освоения программы обучающийся получает сертификат об её освоении.

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	7	238
Итого		238

УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№ п/п	Тема	Количество часов		
		Всего	В том числе	
			Теория	Практика
1	Вводное занятие. Техника безопасности при работе в лаборатории	2	1	1
2	Роль компьютера в научно-исследовательской деятельности	8	1	7

3	Знакомство с принципом работы СЗМ NanoTutor	8	2	6
4	Изготовление и диагностика СЗМ-зондов	10	2	8
5	Сканирующая туннельная микроскопия	10	2	8
6	Сканирующая силовая микроскопия	10	2	8
7	Сканирующая зондовая литография	10	2	8
8	Обработка и анализ СЗМ-данных	13	3	10
9	Подготовка проекта №1	55	5	50
10	Подготовка проекта №2	55	5	50
11	Подготовка проекта №3	22	2	20
12	Защита проектов	1	0	1
13	Самостоятельная работа	34	0	34
	Всего:	238	28	210

Задания для самостоятельной работы

№ п/п	Тема	Количество часов
1	Поиск информации по выбранной теме	4
2	Литературный обзор: анализ статей и патентов, поиск аналогов	8
3	Подбор материалов, практических опытов, методов синтеза	8
4	Создание презентации для проекта	8
5	Проработка выступления для защиты	6
	Всего:	34

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

№ п/п	Тема	Теория	Практика
1.	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,	Изучение практических применений, назначений и названий химической посуды

		химическими реактивами, электроприборами. Экскурсия, знакомство с оборудованием	
2.	Роль компьютера в научно-исследовательской деятельности	Инструменты текстовых и табличных процессоров, а также иных программ, используемые в научно-исследовательской деятельности: редактор формул, деловая и научная графика, табличные вычисления	Изучение техники безопасности при работе с ПК. Изучение особенностей форматирования научных статей. Работа в текстовых и табличных процессорах
3.	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
4.	Изготовление и диагностика СЗМ-зондов	Технология изготовления кремниевых кантилеверов для силовой микроскопии, металлических (вольфрамовых) игл для туннельной микроскопии, зонды для электрохимической микроскопии,	Изучение техники безопасности при работе на СЗМ. Определение параметров зондов с помощью сканирующего электронного микроскопа и с

		<p>пьезорезонансные зонды на основе кварцевых и пьезокерамических резонаторов. Основы теории построения СЗМ изображения: учет инструментального вклада формы зонда в измеряемом профиле рельефа, деконволюция</p>	<p>помощью тестовых решеток в сканирующем силовом микроскопе</p>
5.	<p>Сканирующая туннельная микроскопия</p>	<p>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 микроскопия и спектроскопия атомного</p>	<p>Изучение техники безопасности при работе на СЗМ. Визуализация методом СТМ микро- и наноструктуры поверхности образца мастер-диска, используемого при изготовлении DVD дисков</p>

		разрешения. Эффекты одноэлектронного туннелирования	
6.	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 пиков на поверхности CD диска из поликарбоната и гидрофобной поверхности лепестка розы
7.	Сканирующая зондовая литография	Локальное механическое давление, напряженность электрического поля и плотность тока в области	Изучение техники безопасности при работе на СЗМ. Работа на СЗМ в

		<p>контакта. Физические явления, приводящие к модификации поверхности в области наноконтакта.</p> <p>Токовая литография.</p> <p>Контактная силовая литография. Динамическая силовая литография.</p> <p>Литография методом локального анодного оксидирования. Локальные электрохимические реакции</p>	<p>режиме литографии.</p> <p>Создание изображений в графическом редакторе и их перенос на фотобумагу методом силовой литографии.</p> <p>Изучение влияния различных параметров на качество изображения, полученного методом силовой литографии</p>
8.	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
9.	Подготовка проекта №1. Учебно-исследовательская и проектная деятельность: особенности, этапы, жизненный цикл, результаты. Командообразование. Целеполагание. Техника безопасности.		
10.	Подготовка проекта №2. Учебно-исследовательская и проектная деятельность: особенности, этапы, жизненный цикл, результаты. Командообразование. Целеполагание. Техника безопасности.		

11.	Подготовка проекта №3. Учебно-исследовательская и проектная деятельность: особенности, этапы, жизненный цикл, результаты. Командообразование. Целеполагание. Техника безопасности.
12.	Защита проектов. Стендовая, презентационная

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Обучающиеся должны знать:

-терминологию и основные понятия, связанные с наноматериалами и нанотехнологиями;

-основные методы получения наноматериалов и наноструктур;

-перспективы развития методов получения наноматериалов и наноструктур;

-методы и технологии получения наноразмерных систем и их практической реализации на предприятиях для повышения устойчивости и конкурентоспособности инновационного бизнеса;

-физические основы, инструментальные принципы и диагностические возможности методов сканирующей зондовой микроскопии, спектроскопии и литографии, являющегося одним из базовых методов современной нанодиагностики.

Уметь:

-пользоваться лабораторным оборудованием: микроскопом оптическим, инвертированным, металлографическим, весами аналитическими, прецизионными; спектрофотометром, центрифугой, магнитной мешалкой, сканирующим зондовым микроскопом;

-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 (ноутбуком) с выходом в сеть Интернет на уровне пользователя, знать основные программы (MS Word, MS PowerPoint, браузеры);

-искать, анализировать и обобщать необходимую информацию, проводить её верификацию, работать с информационными источниками (в том числе на английском языке);

-подготовить и представить грамотную презентацию для защиты проектной работы, в том числе на английском языке.

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 планировать предстоящие действия, самостоятельно решать задачи в процессе работы, рационально выполнять задания;

-развитие волевых качеств личности (дисциплинированности, целеустремлённость, самостоятельности, ответственности, настойчивость в достижении поставленной цели и т.д.);

-умение самостоятельно осуществлять поиск информации, используя различные источники, и структурировать ее;

-способность продуктивно общаться в коллективе, слушать и слышать собеседника;

- способность работать в команде;

-умение грамотно формулировать свои мысли, аргументированно отстаивать свою точку зрения.