

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 «29 августа» 2022 года № 17

Согласовано: заместитель директора-руководитель «ДТ «Кванториум»

«29» августа 2022 г.

Утверждена приказом

ГБПОУ ЛО «ККТ и С» от «01» сентября 2022 г. № 56-О

Дополнительная общеразвивающая программа

**«Наноквантум.Проектный уровень»**

## **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» (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** – 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. Приобретение обучающимися компетенций в области нанотехнологий,

расширение и углубление знаний, полученных на вводном и углубленном уровне.

### **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.

#### **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 (являющимся обновляемым приложением № 1), календарным графиком (являющимся обновляемым приложением № 2).

### **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).

Сроки реализации программы с 01.09.2022г по 30.05.2023г.

### Учебный план

Название модуля	Количество часов в неделю	Количество часов всего
Нано	6	216
<b>Итого</b>		<b>216</b>

## УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование темы	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	5	1	4
3.	Знакомство с принципом работы СЗМ NanoTutor	4	2	2
4.	Изготовление и диагностика СЗМ-зондов	6	2	4
5.	Сканирующая туннельная микроскопия	10	4	6
6.	Сканирующая силовая микроскопия	10	4	6
7.	Сканирующая зондовая литография	10	4	6
8.	Обработка и анализ СЗМ-данных	6	2	4
9.	Подготовка проекта №1	54	4	50
10.	Подготовка проекта №2	54	4	50
11.	Подготовка проекта №3	54	4	50
12.	Защита проектов	1	0	1
	<b>Итого:</b>	<b>216</b>	<b>32</b>	<b>184</b>

## 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, химическими реактивами, электроприборами. Экскурсия, знакомство с оборудованием	Изучение практических применений, назначений и названий химической посуды
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, пьезорезонансные зонды на основе кварцевых и	Изучение техники безопасности при работе на СЗМ. Определение параметров зондов с помощью сканирующего электронного микроскопа и с помощью тестовых

		<p>пьезокерамических резонаторов.</p> <p>Основы теории построения СЗМ</p> <p>изображения: учет инструментального вклада формы зонда в измеряемом профиле рельефа, деконволюция</p>	<p>решеток в сканирующем силовом микроскопе</p>
5.	Сканирующая туннельная микроскопия	<p>Туннельный эффект.</p> <p>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 разрешения. Эффекты одноэлектронного туннелирования</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>
6.	Сканирующая силовая микроскопия	<p>Энергия межатомного взаимодействия. Ветви отталкивания и притяжения.</p> <p>Потенциал Леннарда-Джонса.</p> <p>Модель Герца для упругого контакта двух сфер. Упругий контакт плоскости и сферы.</p> <p>Способ измерения локального силового взаимодействия.</p>	<p>Изучение техники безопасности при работе на СЗМ. Выбор кантилеверов для исследования объектов различной природы. Получение кривых подвода в различных режимах, измерение</p>

		<p>Кантилеверы и их параметры.</p> <p>Пьезорезонансные датчики силового взаимодействия.</p> <p>Контактная, бесконтактная и полуконтактная измерительные моды. Режим постоянной силы и постоянной высоты. Амплитуда, частота и фаза колебаний в полуконтактном режиме.</p> <p>Особенности силовой микроскопии биологических объектов</p>	<p>средней силы взаимодействия.</p> <p>Визуализация и измерение геометрических параметров питов на поверхности CD диска из поликарбоната и гидрофобной поверхности лепестка розы</p>
7.	Сканирующая зондовая литография	<p>Локальное механическое давление, напряженность электрического поля и плотность тока в области контакта.</p> <p>Физические явления, приводящие к модификации поверхности в области наноконтакта. Токовая литография. Контактная силовая литография. Динамическая силовая литография. Литография методом локального анодного окисления. Локальные электрохимические реакции</p>	<p>Изучение техники безопасности при работе на СЗМ. Работа на СЗМ в 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	<p>Обработка СЗМ-изображений, гистограммы распределения по размерам, способы представления 3D-изображений</p>	<p>Обработка и представление СЗМ-данных, измерение геометрических характеристик объектов на СЗМ-изображениях</p>

9.	Подготовка проекта №1. Учебно-исследовательская и проектная деятельность: особенности, этапы, жизненный цикл, результаты. Командообразование. Целеполагание
10.	Подготовка проекта №2. Учебно-исследовательская и проектная деятельность: особенности, этапы, жизненный цикл, результаты. Командообразование. Целеполагание
11.	Подготовка проекта №3. Учебно-исследовательская и проектная деятельность: особенности, этапы, жизненный цикл, результаты. Командообразование. Целеполагание
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, целеустремлённости, самостоятельности, ответственности, настойчивости 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.