

**Министерство образования и науки Астраханской области
Региональный центр выявления, поддержки и развития
способностей и талантов у детей и молодежи
государственное автономное образовательное учреждение
Астраханской области дополнительного образования
«Региональный школьный технопарк»**

ПРИНЯТА

Решением Педагогического
совета ГАОУ АО ДО «РШТ»
от «30» 08 20 21 г.
Протокол № 06

УТВЕРЖДАЮ
Директор ГАОУ АО ДО «РШТ»
В.В. Войков/
«30» 08 20 21 г.



**Дополнительная общеразвивающая программа
технической направленности
«Физические микро- и наноисследования»**

Возрастная категория:
12 – 17 лет

Срок реализации:
72 академических часа

Составитель:
Лисицын С.А.,
педагог дополнительного
образования

Астрахань, 2021 г.

Оглавление

Пояснительная записка	3
Учебно-тематический план.....	8
Содержание учебно-тематического плана	8
Организационно-педагогические условия реализации Программы	11
Список литературы	12
Приложение № 1. Перечень вопросов и количество баллов.....	13
Приложение № 2. Календарный учебный график.....	14

Пояснительная записка

Направленность Программы

Дополнительная общеразвивающая программа «Физические микро- и наноисследования» (далее также - образовательная программа, Программа) имеет техническую направленность.

Актуальность Программы

На сегодняшний день, со стороны научной общественности, сильно возрос интерес к системам и структурам с характерными размерами до 100 нм, что обусловлено появлением в них новых свойств и качеств, которые силами традиционной микроэлектроники ни на атомно-молекулярном уровне, ни на макроскопическом уровне в объемном веществе реализовать невозможно. Задачи по формированию и применению новых наноразмерных материалов и изделий на их основе, в виду тенденции к промышленной микро- и наноминиатюризации технических систем, обретения ими принципиально новых функциональных характеристик и свойств, становятся все более актуальными и востребованными. Для того чтобы оценить и определить возможную область применения, предсказать, и в полной мере управлять свойствами конечных продуктов на основе использования методов нанотехнологий, важным является понимание большого количества протекающих процессов и механизмов, лежащих в основе формирования перспективных наноматериалов, наноразмерных структур и систем на их основе.

Высокая степень износа старых научных фондов, активно способствует созданию новейших научно-производственных организаций, деятельность которых направлена на исследование и производство наноматериалов, комплексов и систем на их основе. Поэтому, развитие нанотехнологий в нашей стране, а также обучение молодых, высококлассных специалистов, с точки зрения Программы, является весьма актуальной задачей для дальнейшего успешного технологического развития нашей страны.

Актуальность данной Программы состоит в несомненной востребованности молодых специалистов в области нанотехнологий на рынке труда. Нанотехнологии – это, прежде всего, междисциплинарная область научного знания, которая самым тесным образом связана с химией, физикой, биологией, а также методами фундаментальных и прикладных исследований. Иными словами, обучающиеся по данному направлению, дополнительно овладевают знаниями смежных отраслей науки и техники.

Уже сегодня в нашей стране существует огромное число предприятий, которым требуются молодые специалисты в области нанотехнологий (ЗАО «НТМДТ», ПАО «Светлана», ОАО «Ангстрем», ООО «Авангард», холдинг «Алмаз-Антей», группа компаний «ОНЭКСИМ», «Сколково» и др.)

Программа разработана в соответствии со следующими нормативными правовыми документами:

- Федеральным Законом от 29.12.2012 года № 273 ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;

- Приказом Минпросвещения России от 09.11.2018 № 196 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам»;
- Распоряжением Правительства Российской Федерации от 04 сентября 2014 № 1726р «Об утверждении Концепции развития дополнительного образования детей»;
- Государственной программой Российской Федерации «Развитие образования», утвержденной постановлением Правительства Российской Федерации от 26.12.2017 № 1642 «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Развитие образования»;
- Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 28.09.2020 № 28 «Об утверждении санитарных правил СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи» (вместе с «СП 2.4.3648-20. Санитарные правила...»);
- Стратегией развития воспитания в Российской Федерации на период до 2025 года, утвержденная Распоряжением Правительства РФ от 29.05.2015 № 996-р «Об утверждении Стратегии развития воспитания в Российской Федерации на период до 2025 года»;
- Письмом Минобрнауки России от 18.11.2015 № 09-3242 «О направлении информации» (вместе с «Методическими рекомендациями по проектированию дополнительных общеразвивающих программ (включая разноуровневые программы)»;
- Положением об отделе «Кванториум» государственного автономного образовательного учреждения Астраханской области дополнительного образования «Региональный школьный технопарк», утвержденным приказом ГАОУ АО ДО «РШТ» от 03.09.2018 № 01-04/141-1;
- Положением о разработке, принятии и утверждении дополнительных образовательных общеразвивающих программ государственного автономного образовательного учреждения Астраханской области дополнительного образования «Региональный школьный технопарк», утвержденным приказом ГАОУ АО ДО «РШТ» от 31.12.2018 № 01-04/227.

Цели и задачи Программы

Целью данной Программы является вовлечение обучающихся в научно-исследовательскую, изобретательскую и инженерную деятельности, развитие у обучающихся интереса к нанотехнологиям, а также формирование у них знаний и навыков для последующей реализации проектов различного уровня сложности.

Для достижения цели Программы необходимо реализовать следующие задачи:

- осветить круг задач и работ, которые решает и выполняет инженер, работая в сфере нанотехнологий;
- сформировать у обучающихся интерес к продолжению обучения и перехода на следующий уровень, а также интерес к самостоятельному развитию в данном направлении;
- познакомить обучающихся с методами и инструментами нанотехнологий;
- научить обучающихся проводить экспериментальные исследования и фиксировать их результат;
- сформировать у обучающихся практические навыки работы на сканирующем зондовом микроскопе (СЗМ) Nanotutor;
- сформировать у обучающихся практические навыки работы на рентгенофлуоресцентном анализаторе (РФА) ПАНДА;
- сформировать у обучающихся практические навыки работы на сканирующем электронном микроскопе (СЭМ) TESCAN VEGA LMS;
- сформировать у обучающихся практические навыки работы на СЗМ Next II;
- познакомить обучающихся с основами проектной деятельности, сформировать у обучающихся навыки групповой работы над проектом;
- сформировать у обучающихся навыки подготовки презентационных материалов и публичных выступлений с демонстрацией результатов своей деятельности;
- сформировать у обучающихся навыки организации рабочего времени и структурирования задач при работе над проектом.

Обучающиеся, для которых Программа актуальна

Возрастная категория обучающихся: 12 – 17 лет.

При составлении Программы были учтены возрастные особенности детей.

Форма обучения, режим занятий

Форма обучения – очная (с возможным применением электронного обучения – далее ЭО с использованием дистанционных образовательных технологий – далее ДОТ), групповая. Рекомендуемое количество обучающихся в группе: 8 – 12 человек.

Рекомендуемый режим занятий: 2 раза в неделю по 3 академических часа с перерывом (перерывами) общей продолжительностью 10 минут.

Срок реализации Программы

Срок реализации Программы – 72 академических часа.

Планируемые результаты

В результате обучения, обучающиеся будут

знать:

- отличительные особенности материалов, находящихся в наносостоянии;
- основные параметры, которые определяют свойства нанобъектов;
- классификацию основных методов получения наноматериалов, их возможности и функциональное назначение;
- комплексы и системы, предназначенные для нанодиагностики;
- назначение и принцип работы метода рентгенофлуоресцентного анализа (РФА);
- назначение и принцип работы метода оптический микроскопии (ОМ);
- назначение и принцип работы метода сканирующей электронной микроскопии (СЭМ);
- назначение и принцип работы метода сканирующей зондовой микроскопии (СЗМ);
- основы проектной деятельности; правила поведения, взаимодействия и работы в группе.

уметь:

- получать и исследовать наноматериалы;
- работать за РФА ПАНДА;
- работать за ОМ;
- работать за СЭМ TESCAN VEGA LMS;
- работать за СЗМ Nanotutor и Next II;
- работать в группе над проектной задачей;
- публично представлять результаты своей деятельности.

Формы контроля

Реализация образовательной программы «Физические микро- и наноисследования» предусматривает: входной контроль претендентов на обучение по Программе, а также текущий и итоговый контроль освоения обучающимися Программы.

Входной контроль проводится с целью оценки исходного уровня теоретических знаний, практических умений и навыков претендентов на обучение.

Текущий контроль обучающихся проводится с целью установления фактического уровня теоретических знаний по темам образовательной программы, их практических умений и навыков.

Итоговый контроль – с целью определения уровня усвоения обучающимися материала образовательной программы в целом, выявления уровня развития способностей и личностных качеств обучающегося и их соответствия прогнозируемым результатам настоящей образовательной программы.

Средства и способы контроля

Данная Программа предусматривает следующие правила и критерии отбора обучающихся:

- наличие у претендента на обучение школьных оценок не ниже 4 в предметных областях физика и химия;
- наличие у претендента на обучение высоких академических достижений на региональных, всероссийских, международных или иных конкурсах и мероприятиях по тематикам, коррелирующим с настоящей образовательной программой;
- успешное прохождение претендентом собеседования с педагогом.

Средствами контроля уровня освоения обучающимися пройденного материала в данной Программе являются:

- педагогическое наблюдение;
- опрос;
- публичное выступление на конференции «SchoolTech Conference».

Примерный перечень вопросов к выступающим на конференции «SchoolTech Conference» обучающимся приведен в Приложении №2.

Учебно-тематический план

№ п/п	Название темы/раздела	Количество часов			Формы аттестации/контроля
		Всего	Теория	Практика	
1	Вводное занятие. Техника безопасности в лаборатории. Наука нанотехнологии (история, пути развития, области применения, перспективы).	3	3	0	педагогическое наблюдение, опрос
2	Причины возникновения наносостояния вещества. Свойства наноматериалов. Методы и оборудование для их получения.	3	3	0	педагогическое наблюдение, опрос
3	Методы диагностики наноматериалов.	3	3	0	педагогическое наблюдение, опрос
4	Неньютоновские жидкости. Получение наноматериала на основе крахмала. Изучение основных свойств и эффектов.	6	3	3	педагогическое наблюдение, опрос
5	Оптическая микроскопия (ОМ) и сканирующая электронная микроскопия (СЭМ).	12	6	6	педагогическое наблюдение, опрос
6	Рентгенофлуоресцентный анализ (РФА).	12	3	9	педагогическое наблюдение, опрос
7	Сканирующая зондовая микроскопия (СЗМ).	30	3	27	педагогическое наблюдение, опрос
8	Подготовка публичного выступления.	3	1	2	педагогическое наблюдение, опрос
	Всего:	72	25	47	

Содержание учебно-тематического плана

Тема	Вид учебного занятия, учебных работ	Содержание
Вводное занятие. Техника безопасности в лаборатории. Наука нанотехнологии (история, пути развития, области применения, перспективы).	Лекция	Теория: Просмотр презентации о содержании образовательной программы. Знакомство с примерами выполненных деталей и проектов. Техника безопасности в лаборатории при работе с оборудованием. Знакомство с наукой нанотехнологии, историей её формирования, путями развития, областями применения в настоящем и перспективам в будущем

Тема	Вид учебного занятия, учебных работ	Содержание
Причины возникновения наносостояния вещества. Свойства наноматериалов. Методы и оборудование для их получения.	Лекция	Теория: Терминология и основные понятия, связанные с нанотехнологиями. Причины перехода вещества в наносостояние. Основные отличительные особенности наноматериалов, их классификация. Методы и оборудование для получения наноматериалов.
Методы диагностики наноматериалов.	Лекция	Теория: Классификация наноматериалов. Современные методы для диагностики и контроля состояния наноматериалов, а также систем на их основе.
Неньютоновские жидкости. Получение наноматериала на основе крахмала. Изучение основных свойств и эффектов.	Лекция и практическое занятие	Теория: Неньютоновские жидкости. Эффекты и свойства, проявляемые в них. Методы их получения. Области применения. Практика: Изготовление неньютоновской жидкости на основе крахмала. Изучение основных эффектов и свойств.
Оптическая микроскопия (ОМ) и сканирующая электронная микроскопия (СЭМ).	Лекция и практическое занятие	Теория: Теория ОМ. Механизмы получения изображения на ОМ. Оборудование для ОМ. Принципы и особенности построения изображения методом ОМ. Теория СЭМ. Механизмы получения изображения на СЭМ. Оборудование для СЭМ. Принципы и особенности построения изображения методом СЭМ. Практика: Исследование поверхности образцов методом ОМ. Получение и анализ изображений. Исследование поверхности образцов методом СЭМ. Получение и анализ изображений.
Рентгенофлуоресцентный анализ (РФА).	Лекция и практическое занятие	Теория: Метод РФА. Устройство, принцип работы, назначение, особенности. Оборудование для РФА. Практика: Основы метода РФА. Закон Мозли. Качественный анализ. Характеристики рентгеновской трубки и энергодисперсионного детектора. Оптимальные параметры измерения. Количественный анализ химического состава вещества. Учет мешающих факторов. Метрологические характеристики. Концентрационная чувствительность и пределы обнаружения. Исследование объектов методом РФА.

Тема	Вид учебного занятия, учебных работ	Содержание
Сканирующая зондовая микроскопия (СЗМ).	Лекция и практическое занятие	<p>Теория: Физические основы метода СЗМ. Принципы и аппаратно-программное обеспечение СЗМ «Nanotutor» и «Next II». Методы АСМ и СТМ (принципы и особенности). Методы изготовления зондов для СЗМ. Основы теории построения СЗМ-изображений. Методики получения, обработки и анализа СЗМ-изображений.</p> <p>Практика: Изготовление зондов для СЗМ методом электрохимического травления. Определение параметров зондов с помощью ОМ, СЭМ и тестовых TGX-решеток. Работа СЗМ в режиме АСМ (принципы и особенности). Получение изображений поверхности в режиме АСМ. Обработка и анализ полученных изображений, измерение геометрических параметров объектов. Работа СЗМ в режиме СТМ (принципы и особенности). Получение изображений поверхности в режиме СТМ. Обработка и анализ полученных изображений, измерение геометрических параметров объектов. Создание наноструктуры методом динамической силовой литографии. Исследование морфологии поверхности произвольных образцов.</p>
Подготовка публичного выступления.	Лекция и практическое занятие	<p>Теория: Изучение инструментов для создания презентаций. Изучения основ ораторских навыков и правил публичного выступления.</p> <p>Практика: Подготовка презентации к публичному выступлению. Репетиция выступления.</p>

Организационно-педагогические условия реализации Программы

Материально-технические условия реализации Программы

Для работы необходимо достаточно светлое, просторное помещение. Столы с компьютерной техникой должны быть расставлены таким образом, чтобы исключить образование бликов на экранах мониторов. Наукоемкое оборудование рекомендуется расположить на отдельном столе.

Оборудование:

- ноутбуки ASUS N580VD-DM494T по количеству обучающихся;
- моноблок Hewlett-Packard (Китай), HP ProOne 440 G3 [2tp43es] i5 7500T / 8 / 1Tb+128SSD / DVD-RW / 930MX / WiFi / BT / Win10Pro / 23.8";
- СЗМ Nanotutor в комплекте с инструментами и принадлежностями;
- РФА ПАНДА в комплекте с инструментами и принадлежностями;
- оптический микроскоп;
- СЗМ Next II в комплекте с инструментами и принадлежностями;
- СЭМ TESCAN VEGA LMS в комплекте с инструментами и принадлежностями;
- интерактивный комплекс TEACH-TOUCH 3.0 86;
- постоянное подключение к сети интернет;
- инструменты и принадлежности для лабораторных работ (халаты, пинцеты, пробирки, колбы и пр.);
- расходные материалы: крахмал, вольфрамовая проволока, зонды для Next II, дистиллированная вода, красители, вольфрамовый катод, технический азот.

Для работы обучающихся с применением ЭО с использованием ДОТ необходим компьютер или другое электронное устройство с доступом к сети Интернет.

Методическое обеспечение

Методические материалы позволят результативно использовать учебное время и подкрепить интерес обучающихся. Для того, чтобы организовать процесс обучения необходимы:

- презентации для лекционных и практических занятий;
- электронные заготовки файлов заданий.

Список литературы

Литература:

1. Нанотехнологии и специальные материалы: учебное пособие для вузов / Ю.П. Солнцев [и др.]. — Санкт-Петербург: ХИМИЗДАТ, 2020. — 336 с.
2. Дурнаков А. А. Физические основы микро- и наноэлектроники: учебное пособие / А. А. Дурнаков ; Мин-во науки и высшего образования РФ. — Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2020. — 247, с.
3. Смирнов В. И. Физические основы нанотехнологий и наноматериалы: учебное пособие. — Ульяновск : УлГТУ, 2017. — 240 с
4. Борисенко, В. Е. Наноэлектроника : теория и практика : учебник / Борисенко В. Е. , Воробьева А. И. , Данилюк А. Л. , Уткина Е. А. - 5-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2020. - 369 с
5. Баксанский, О.Е. Нанотехнологии, биомедицина, философия образования в зеркале междисциплинарного контекста / О.Е. Баксанский, Е.Н. Гнатик, Е.Н. Кучер. - М.: Ленанд, 2018. - 222 с.
6. Ковшов, А.Н. Основы нанотехнологии в технике: Учебное пособие / А.Н. Ковшов. - М.: Академия, 2018. - 208 с.
7. Чаплыгин, Ю.А. Нанотехнологии в электронике - 3, 1 / Ю.А. Чаплыгин. - М.: Техносфера, 2016. - 480 с.

Электронные ресурсы:

1. Поисковая система научно-технической информации ISI Web of knowledge. URL: www.isiknowledge.com
2. База данных РОСПАТЕНТ. URL: www.fips.ru;
3. Федеральный Интернет – портал. URL: www.portalnano.ru
4. Единый федеральный Интернет-ресурс. URL: www.nano-info.ru
5. Нанотехнологическое общество. URL: www.ntsр.info
6. РосНаноНет. URL: www.RusNanoNet.ru
7. Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. URL: www.gost.ru
8. Техническая литература. URL: www.tehlit.ru/

Перечень вопросов и количество баллов

№	Вопрос	Максимальное количество баллов
1.	Перечислите основные правила по технике безопасности в лаборатории «Наноквантум».	3
2.	Объясните основные причины возникновения наносостояния вещества.	3
3.	Перечислите основные методы диагностики наноматериалов.	5
4.	Дайте определение неньютоновским жидкостям, перечислите их основные виды, а также свойства проявляемые в них.	5
5.	Дайте определение оптической микроскопии. Назовите основные достоинства и недостатки. Опишите принцип работы оптического микроскопа.	10
6.	Дайте определение сканирующей электронной микроскопии. Назовите основные достоинства и недостатки. Опишите принцип работы сканирующего электронного микроскопа.	10
7.	Дайте определение методу рентгенофлуоресцентного анализа. Назовите основные достоинства и недостатки. Опишите принцип работы рентгенофлуоресцентного анализатора.	10
8.	Дайте определение сканирующей зондовой микроскопии. Назовите основные достоинства и недостатки. Опишите принцип работы сканирующего зондового микроскопа.	10
9.	Перечислите этапы изготовления вольфрамового зонда и опишите порядок его установки в СЗМ.	10

Минимальное количество баллов, подтверждающее успешное прохождение обучающимся образовательной программы равно 48 (сорок восемь).

Приложение № 2

УТВЕРЖДАЮ
Директор ГАОУ АО ДО «РШТ»
/В.В. Войков/

« ____ » _____ 20 ____ г.

Календарный учебный график

Учебная группа (название/шифр) _____
Место проведения занятий _____

№ п/п	Дата проведения занятия	Планируемое время проведения занятия	Тема занятия	Количество часов	Форма занятия	Форма контроля