**Паспорт стартап-проекта**

|  |  |
| --- | --- |
| \_\_\_\_\_\_\_*\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_(ссылка на проект)* | *\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_(дата выгрузки)* |

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование образовательной организации высшего образования (Получателя гранта) | Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Дагестанский государственный университет» |
| Карточка ВУЗа (по ИНН) | 0562039983 |
| Регион ВУЗа | Республика Дагестан, г. Махачкала |
| Наименование акселерационной программы |  |
| Дата заключения и номер Договора |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Краткая Информация о стартап-проекте | |
| **1** | **Название стартап-проекта\*** | Разработка универсального плазменного реактора для прецизионных технологий АСО и АСТ материалов электронной промышленности |
| **2** | **Тема стартап-проекта\***  *Указывается тема стартап-проекта в рамках темы акселерационной программы, основанной на Технологических направлениях в соответствии с перечнем критических технологий РФ, Рынках НТИ и Сквозных технологиях.* | Разработка новой производственной технологии и универсального плазменного реактора для прецизионных аддитивных технологий АСО и АСТ материалов электронной промышленности |
| **3** | **Технологическое направление в соответствии с перечнем критических технологий РФ\*** | Технологии получения и обработки функциональных наноматериалов  Технологии наноустройств и микросистемной техники  Компьютерное моделирование наноматериалов, наноустройств и нанотехнологий |
| **4** | **Рынок НТИ** | Технет |
| **5** | **Сквозные технологии** | Технологии моделирования и разработки новых функциональных материалов с заданными свойствами |
|  | Информация о лидере и участниках стартап-проекта | |
| **6** | **Лидер стартап-проекта\*** | - Unti ID U201638  - Leader ID - 1469261  - Хизриев Хизри Шамильевич  - +7 (963) 373-21-06  - hizriev1700@mail.ru  CEO |
| **7** | **Команда** **стартап-проекта (участники стартап-проекта, которые работают в рамках акселерационной программы)**   |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | № | Unti ID | Leader ID | ФИО | Роль в проекте | Телефон, почта | Должность (при наличии) | Опыт и квалификация (краткое описание) | | 1 | *U150801* | 1220655 | Ашурбеков Назир Ашурбекович | наставник | +7 (909) 479-83-15  [nashurb@mail.ru](mailto:nashurb@mail.ru) | Зав. кафедрой физической электроники , д.ф.-м.н., профессор (ДГУ) | Координатор Акселерационной программы Дагестанского государственного университета в 2022 году; Координатор работ Всероссийского инжинирингового центра «Цифровые платформы», член Экспертного совета Фонда развития промышленности Республики Дагестан | | 2 | *U195774* | 1360321 | Мурадова Лейла Самурхановна | Исполнитель  CTO | +7 988 225 64-98  leila.m-s@yandex.ru | Студент магистратуры 2 года обучения физического факультета | Проходит специализацию магистратура по направлению физика. | | 3 | *U201538* | 1510321 | Шарапудинова Шарбикат Заитовна | Исполнитель  CТO | +7 (988) 780-87-04 sharbika01@mail.ru | Студент магистратуры 1 года обучения физического факультета | Проходит специализацию магистратура по направлению физика. | | |
|  | плаН реализации стартап-проекта | |
| 8 | **Аннотация проекта\***  *Указывается краткая информация (не более 1000 знаков, без пробелов) о стартап-проекте (краткий реферат проекта, детализация отдельных блоков предусмотрена другими разделами Паспорта): цели и задачи проекта, ожидаемые результаты, области применения результатов, потенциальные потребительские сегменты* | Плазменный реактор это высокотехнологичный продукт, который помогает предприятиями, производящим микроэлектронику решать проблему зависимости от импорта и преодолевать технологические ограничения при помощи прецизионных аддитивных технологий, обеспечивая целевой аудитории конкурентное преимущество и рост прибыли.  Переход от двумерного к трехмерному конструированию элементов микро- и наноэлектроники требует поиска новых методов и технологий, позволяющих проводить наращивание и травление аддитивных сверхтонких покрытий материала на уровне отдельных атомарных слоев. Перспективными в данном направлении являются технологии прецизионного контролируемого атомно-слоевого осаждения и травления поверхности материалов, совместное использование которых позволит, фактически, создать работающий в наномасштабах 3D-принтер.  Целью данного проекта является разработка универсального плазменного реактора для прецизионных технологий атомно-слоевого осаждения и травления сверхтонких покрытий материалов электронной промышленности с возможностью использования двух типов плазменных источников, что позволит в одном плазменном реакторе реализовать технологии осаждения и травления наноразмерных по толщине покрытий.  Основной задачей стоящей перед проектом является импортозамещение, ввиду недоступности импортного оборудования (запрет на продажу в РФ, высокая стоимость и т.д.)  В будущем ожидается лидирующее на рынке РФ и дружественных стран предприятие по производству и сервисному обслуживанию реакторов, предоставлению услуг по нанесению покрытий и обучения персонала. |
|  | **Базовая бизнес-идея** | |
| 9 | **Какой продукт (товар/ услуга/ устройство/ ПО/ технология/ процесс и т.д.) будет продаваться\***  *Указывается максимально понятно и емко информация о продукте, лежащем в основе стартап-проекта, благодаря реализации которого планируется получать основной доход* | Конечным продуктом после реализации проекта будет универсальный плазменный реактор для прецизионных технологий атомно-слоевого осаждения и атомно-слоевого травления материалов электронной техники. |
| 10 | **Какую и чью (какого типа потребителей) проблему решает\***  *Указывается максимально и емко информация о проблеме потенциального потребителя, которую (полностью или частично) сможет решить ваш продукт* | Продукт решает проблему производственных компаний электронной промышленности; производителей и потребителей научного оборудования в области микро- и наноэлектроники; научных организаций РАН, занимающихся разработкой полупроводниковых компонентов электронной техники и вузы. В последние годы актуальной задачей стало создание емких, быстрых, надежных и компактных хранилищ данных. Однако технологии, применяемые в настоящее время для изготовления микросхем, достигли своего предела, вследствие чего возникает необходимость в быстром поиске новых методов конструирования. Увеличение плотности полупроводниковых элементов на плоских структурах микросхем повышает производительность устройства, однако такое увеличение, в конечном итоге, имеет свой непреодолимый порог. Радикальное увеличение плотности полупроводниковых элементов, возможное благодаря их вертикальному размещению, позволит в десятки раз сократить затраты на производство микросхем по сравнению с традиционными методами.  В настоящее время для создания 3D полупроводниковых структур широко применяют технологии атомно-слоевого осаждения и травления сверхтонких слоев материала. Прецизионность данной технологии обеспечивается Ключевым элементом таких технологий является плазменный реактор, формирующий вблизи поверхности материала низкоэнергетичные ионные потоки с управляемой энергией ионов. |
| 11 | **Потенциальные потребительские сегменты\***  *Указывается краткая информация о потенциальных потребителях с указанием их характеристик (детализация предусмотрена в части 3 данной таблицы): для юридических лиц – категория бизнеса, отрасль, и т.д.; для физических лиц – демографические данные, вкусы, уровень образования, уровень потребления и т.д.; географическое расположение потребителей, сектор рынка (B2B, B2C и др.)* | Основными потребителями на рынке, которые будут создавать спрос на предлагаемую нами продукцию будут:  *Производственные компании электронной промышленности;*  *Производители компонент микро- и наноэлектроники России (В2В);*  *Научные и образовательные организации, занимающиеся исследованиями и разработками 3D полупроводниковых структур;*  *Высокотехнологичные компании материаловедения и электронной промышленности;*  *Росатом;* |
| 12 | **На основе какого научно-технического решения и/или результата будет создан продукт (с указанием использования собственных или существующих разработок)\***  *Указывается необходимый перечень научно-технических решений с их кратким описанием для создания и выпуска на рынок продукта* | В рамках предлагаемой новой технологии предлагается совмещение в одном реакторе создаются условия для технологического процесса модификации поверхности с использованием различных прекурсоров и подложек. Также осуществляется как процесс атомно-слоевого осаждения, так и процесс атомно-слоевого травления, что даст возможность конструировать 3D- структур. Создаются многослойные сверхтонкие покрытия из различных материалов с возможностью направленного контролируемого травления, не повреждая низкорасположенные слои.  В основе разработки лежит идея использования низкоэнергетичных потоков ионов с энергией около 1 эВ для контролируемого атомно/молекулярно -слоевого травления поверхности материала в циклическом режиме, где в результате одного технологического цикла происходит травление ровно одного атомарного слоя материала толщиной около 0.1 нм. Для этого планируется использовать широкоапертурный источник ионных потоков, эмитируемых из «плазменного листа», на который получен Патент РФ в нашей лаборатории: Н.А.Ашурбеков, К.О.Иминов, М.З.Закарьяева, А.А.Муртазаева, Г.Ш.Шахсинов. Патент RU № 2722690 С1. Заявка 2019139000 от 29.11.2019. Опубл. 03.06.2020, Бюл. №16. |
| 13 | **Бизнес-модель\***  *Указывается кратко описание способа, который планируется использовать для создания ценности и получения прибыли, в том числе, как планируется выстраивать отношения с потребителями и поставщиками, способы привлечения финансовых и иных ресурсов, какие каналы продвижения и сбыта продукта планируется использовать и развивать, и т.д.* | 1. Потенциальные клиенты: предприятия электронной промышленности, потребители научного оборудования (вузы и НИИ), инжиниринговые центры и т.д. 2. Ценностные предложения: полная автоматизация процесса, масштабируемость, универсальность плазменного реактора для технологий АСО и АСТ; Возможность диверсификации производства с существующей инфраструктурой. 3. Каналы продвижения: информационный (сайт продвижения компании, тематические конференции, участие в выставках и др.); продажный канал взаимодействия (сайт продвижения компании, партнерские каналы); постпродажный (гарантийной обслуживание). 4. Взаимоотношения с клиентами: научно-производственная кооперация, персональная поддержка (клиент может общаться напрямую с представителем компании, получая от него помощь в процессе покупки и после нее). 5. Источники доходов: доходы от продажи продукции, от оказания услуг по созданию цифровых двойников плазменных реакторов, от продажи лицензии на производство.. 6. Ключевые ресурсы: интеллектуальные ресурсы (защищенные правами собственности, патенты и авторские права, партнерские и клиентские базы данных); персонал; материальные ресурсы (научное оборудование, комплектующие). 7. Ключевые виды деятельности: исследовательская деятельность; производство; инжиниринг; предоставление услуг и сервисов. 8. Ключевые партнеры: «Всероссийский Инжиниринговый центр «Цифровые платформы». 9. Структура затрат: фиксированные издержки: зарплатный фонд, налоги, аренда; Переменные издержки: закупка оборудования, премиальные, разработка сайта, маркетинговые расходы (участие в выставочно-ярмарочных мероприятиях и т.д.). |
| 14 | **Основные конкуренты\***  *Кратко указываются основные конкуренты (не менее 5)* | * Eindhoven University of Technology, PO Box 513, 5600 MB Eindhoven, The Netherlands * Oxford Instruments Plasma Technology, North End, Bristol, BS49 4AP, United Kingdom * University of Illinois Department of Electrical and Computer Engineering Urbana, IL 61801 * U.S. Naval Research Laboratory, 4555. Overlook Ave. SW, Washington, DC 20375 * Syntek Technologies, 2751 Prosperity Ave. Suite 460 Fairfax, Virginia 22031 * ONR Global, 86 Blenheim Cres, Ruislip HA4 7HB, United Kingdom * Mechatronics R&D Center, Samsung Electronics Co., Ltd, 1-1 Samsungjeonja-ro, Hwaseong-si, Gyeonggi-do 18448, South Korea * Department of Electrical Engineering and Computer Science, University of Michigan, 1301 Beal Ave., Ann Arbor, Michigan 48109-2122 |
| 15 | **Ценностное предложение\***  *Формулируется объяснение, почему клиенты должны вести дела с вами, а не с вашими конкурентами, и с самого начала делает очевидными преимущества ваших продуктов или услуг* | В отличие от аналогов конкурентов, в данном реакторе впервые будут использоваться два плазменных источника, один из которых представляет собой «плазменный лист» с использованием ленточных электронных пучков, сформированных в процессе наносекундного электрического пробоя газа с щелевым катодом. Выбор такого источника позволит создать поток низкоэнергетичных ионов с энергией около 1 эВ, что является критически важным условием в реализации прецизионной технологии АСТ. Также источник позволит оперировать более широким рядом прекурсоров, что расширит выбор материалов травления. Также в реакторе будет проводится диагностика плазмы в режиме реальноо времени, что существенно расширяет возможности, благодаря чему в одном реакторе будет возможность использвания различных прекурсоров. Благодаря этим новшествам реактор будет представлять 3D-принтер работающий в нанометровых масштабах.  Производство продукта будет локализовано в России, что позволит снизить общую цену на оборудование и поможет расширить их спектр применения благодаря обходу экономических санкций. |
| 16 | **Обоснование реализуемости (устойчивости) бизнеса (конкурентные преимущества (включая наличие уникальных РИД, действующих индустриальных партнеров, доступ к ограниченным ресурсам и т.д.); дефицит, дешевизна, уникальность и т.п.)\***  *Приведите аргументы в пользу реализуемости бизнес-идеи, в чем ее полезность и востребованность продукта по сравнению с другими продуктами на рынке, чем обосновывается потенциальная прибыльность бизнеса, насколько будет бизнес устойчивым* | В последнее десятилетие значительным образом усилилось внедрение технологии атомно-слоевого осаждения (АСО) и атомно-слоевого травления (АСТ) в микро- и наноэлектронику, в связи с чем наблюдается интенсификация научных исследований в данных области во всех развитых странах. Научные исследования в области АСТ и АСО направлены на разработки полупроводниковых многослойных структур с толщиной слоя в один атом, поскольку потребности в современной электронной промышленности требуют массового производства микросхем с трехмерной структурой, на примере флеш-памяти 3D NAND. Уникальность разработки состоит в том, что наш реактор позволит решить основную проблему контролируемого атомно-слоевого травления поверхности подложки на основе запатентованной нами идеи создания вблизи подложки равномерный поток ионов с энергией ионов около 1 эВ (Н.А.Ашурбеков, К.О.Иминов, М.З.Закарьяева, А.А.Муртазаева, Г.Ш.Шахсинов. Патент RU № 2722690 С1. Заявка 2019139000 от 29.11.2019. Опубл. 03.06.2020, Бюл. №16.)  Этот проект планируется реализовать в партнерстве с Всероссийским инжиниринговым центром «Цифровые платформы» ДГУ, где в наличии имеется оборудование для тестирования сверхтонких покрытий на поверхности материалов в нанометровом диапазоне. |
|  | **Характеристика будущего продукта** | |
| 17 | **Основные технические параметры, включая обоснование соответствия идеи/задела тематическому направлению (лоту)\***  *Необходимо привести основные технические параметры продукта, которые обеспечивают их конкурентоспособность и соответствуют выбранному тематическому направлению* | Цифровые технологии, которые будут использоваться при проектировании и изготовлении прототипа, позволят обеспечивать следующие функции:   * Выбор дизайна плазменного реактора, наиболее подходящего для использования в качестве научного оборудования в лабораториях, занимающихся разработкой и исследованием 3D полупроводниковых структур; * Возможность настройки технологического цикла плазменного реактора под различные материалы покрытий; * Возможность осуществления в одном реакторе как атомно-слоевое осаждение сверхтонких пленок, так и контролируемое атомно-слоевое травление.   Прецизионные технологии АСО и АСТ относятся к цифровым промышленным технологиям, когда за один цикл технологического процесса создается ровно один атомарный слой сверхтонкого покрытия, или наоборот травится ровно один атомарный слой поверхности материала. Это позволит создать аддитивные многослойные покрытия и 3D структуры наноразмерных объектов. Таким образом, разработка напрямую относится к технологическому направлению TechNet – разработка цифровой промышленной технологии создания 3D структур. |
| 18 | **Организационные, производственные и финансовые параметры бизнеса\***  *Приводится видение основателя (-лей) стартапа в части выстраивания внутренних процессов организации бизнеса, включая партнерские возможности* | CRL 4  Будет создано малое инновационное предприятие (ООО) совместно с Всероссийским инжиниринговым центром «Цифровые платформы» для выпуска и реализации плазменных реакторов для прецизионных аддитивных технологий широкого примененрия.  Компетентная проектная команда с внешней поддержкой  Предполагается использование закрытой бизнес-модели проекта. На основе внутренней и внешней технологических баз будут проводится исследования, направленные на разработку новых продуктов. Проводимые маркетинговые исследования рынка будут направлены на реализацию продукта на рынке. Одним из инструментов применения модели станет создание стратегических альянсов и совместных предприятий с инжиниринговыми центрами для вывода на рынки новых продуктов. |
| 19 | **Основные конкурентные преимущества\***  *Необходимо привести описание наиболее значимых качественных и количественных характеристик продукта, которые обеспечивают конкурентные преимущества в сравнении с существующими аналогами (сравнение по стоимостным, техническим параметрам и проч.)* | В отличие от аналогов конкурентов Beneq (Финляндия), PICOSUN (Финляндия) наш реактор будет включать в себя два плазменных источника и нагреватель подложки, которые расширяют диапазон управления энергий ионных потоков, направляемых на поверхность материала. Также в реакторе будет задействована оптическая диагностика однородности плазмы вблизи поверхности подложки, плотности заряженных частиц, их массового состава и температуры. Реакторы конкурентов включаю в себя только зондовую диагностику, наш будет включать масс-спектрометрию и эмиссионную спектрометрию.  В одном реакторе создаются условия для технологического процесса модификации поверхности с использованием различных прекурсоров и подложек; осуществляется как процесс атомно-слоевого осаждения, так и процесс атомно-слоевого травления, что даст возможность конструировать 3D- структур; создаются многослойные сверхтонкие покрытия из различных материалов с возможностью направленного контролируемого травления, не повреждая низкорасположенные слои.  Также решается проблема импорта оборудования с которой сталкивались предприятия. За счет этого также снижается цена и становится доступной для компаний. |
| 20 | **Научно-техническое решение и/или результаты, необходимые для создания продукции\***  *Описываются технические параметры научно-технических решений/ результатов, указанных пункте 12, подтверждающие/ обосновывающие достижение характеристик продукта, обеспечивающих их конкурентоспособность* | Способы и методы решения поставленных задач:  1. Для получения необходимых характеристик источника низкоэнергетичных ионов будет использован ранее разработанный плазменно-пучковой разряд в щелевом катоде и сетчатом аноде.  2. Для оптимизации характеристик плазменного источника ленточных электронных пучков планируется исследования с использованием следующих методик: Для исследования спектров поглощения и пропускания будут использованы время разрешенные методы лазерной абсорбционной и эмиссионной спектроскопии с наносекундным временным разрешением. Также будут использованы: методы фоторегистрации пространственного распределения оптического излучения с использованием высокоскоростной система фотодетектирования на базе спектрографа изображения SP2358/PIMax3: 1024i (Princeton Instruments, США); методы оптической эмиссионной спектроскопии, поляризационной спектроскопии и лазерной абсорбционной спектроскопии с наносекундным временным разрешением для с использованием многофункционального экспериментального лазерно-спектрометрического комплекса на базе монохроматора/спектрографа MS 7504i с цифровой регистрацией оптических спектров с использованием CCD-детектора HS102H-2048/14 (Hamamatsu, Япония) в диапазоне длин волн 200 нм -1100 нм.  Представленный проект научных исследований базируется на многолетнем опыте работы коллектива проекта по исследованию импульсных электрических разрядов, электрического пробоя газовых промежутков, спектроскопии нестационарной неравновесной плазмы.  1.Ашурбеков Н.А., Иминов К.О., Шахсинов Г.Ш., Рамазанов А.Р. Роль высокоэнергетичных электронов при формировании нестационарных оптических спектров излучения и пропускания плазмы за фронтом высокоскоростных волн ионизации // Теплофизика высоких температур. 2015. Т. 53. № 5. С. 664.  2. Ashurbekov N.A., Iminov K.O., Shakhsinov G.S., Zakaryaeva M.Z., Rabadanov K.M. The dynamics of a nanosecond gas discharge development with an extended slot cathode in argon // Plasma Science and Technology. 2020. Т. 22. № 12. С. 125403.  3. Li S., Bogdanov E.A., Kudryavtsev A.A., Yuan C., Zhou Z., Rabadanov K.M., Ashurbekov N.A. Features of the eedf formation in the dusty plasma of the positive column of a glow discharge // Plasma Sources Science and Technology. 2021. Т. 30. № 4. С. 047001.  4. N A Ashurbekov, K O Iminov, G S Shakhsinov and A R Ramazanov Low-energy ions source of plane geometry on the basis of plasma-beam discharge with a slot cathode // IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series 1115 (2018) 022036  5. Ashurbekov N.A., Iminov K.O., Shakhsinov G.S. The role of high-energy electrons in the formation of the transverse profile of high-speed ionization wave fronts in gases // Journal of Physics: Conference Series. 2017. Т. 830. № 1. С. 012026.  6. Ashurbekov N.A., Iminov K.O., Shakhsinov G.S., Popov O.A. Current self-limitation in a transverse nanosecond discharge with a slotted cathode //Plasma Science and Technology. 2017. Т. 19. № 3. С. 035401. |
| 21 | **«Задел». Уровень готовности продукта TRL**  *Необходимо указать максимально емко и кратко, насколько проработан стартап-проект по итогам прохождения акселерационной программы (организационные, кадровые, материальные и др.), позволяющие максимально эффективно развивать стартап дальше* | TRL 5  Разработаны два типа плазменных генераторов на основе ВЧ разряда и импульсно-периодического наносекундного разряда с протяженным полым катодом. Последний тип разряда позволит формировать широкоапертурные низкоэнергетичные потоки ионов.  Разработаны цифровые алгоритмы моделирования , позволяющие численно моделировать процессы в технологическом цикле, что позволит ускорить процесс оптимизации дизайна плазменного реактора.  Работоспособность технологии может быть продемонстрирована на детализированном макете в условиях, приближенных к реальным. |
| 22 | **Соответствие проекта научным и(или) научно-техническим приоритетам образовательной организации/региона заявителя/предприятия\*** | Стартап-проект в полной мере соответствует приоритетным направлениям Концепции технологического развития Российской Федерации на период до 2030 г. в части тематического направления - технологии моделирования и разработки наноматериалов, аддитивные технологии. В том числе, соответствует целям технологического развития Российской Федерации в части снижения технологической зависимости и импортоопережения, производства инновационных товаров. Стартап-проект содействует достижению целей социально-экономического развития республики Дагестан. Проект соответствует научно-техническим приоритетам образовательной организации:разработка конструкций (дизайна) АСО/МСО и АСТ реакторов для их коммерческого производства и широкомасштабного использования в качестве наукоемкого, высокотехнологичного научного оборудования и практических приложений;   * разработка высокоэффективных плазменных реакторов нового поколения для многофункциональных прецизионных аддитивных плазма-стимулированных технологий АСО/МСО и АСТ; * разработка конструкций (дизайна) АСО/МСО и АСТ реакторов для их коммерческого производства и широкомасштабного использования в качестве наукоемкого, высокотехнологичного научного оборудования и практических приложений;   Проект соответствует плану научно-исследовательской деятельности ФГБОУ ВО Дагестанский государственный университет. |
| 23 | **Каналы продвижения будущего продукта\***  *Необходимо указать, какую маркетинговую стратегию планируется применять, привести кратко аргументы в пользу выбора тех или иных каналов продвижения* | Для продвижения продукта будут использованы интегрированные маркетинговые коммуникации, информационный канал продвижения (сайт продвижения компании, тематические конференции, участие в выставках и др.); продажный канал взаимодействия (сайт продвижения компании, партнерские каналы). Поскольку высокотехнологичный продукт относится к сектору B2B одним из наиболее эффективных инструментов продвижения будет прямая продажа и создание отдела продаж с выделением функции менеджера по продажам, который будет осуществлять выезды на производственные площадки целевого клиентского сегмента с целью демонстрации продукта и заключения договоров на поставку, сбора требований для встраивания реактора в технологические цепочки покупателя. Будет налажена работа менеджера с CRM системой для автоматизации и своевременной обработки поступающих запросов. Специализированные выставки и форумы в области микроэлектроники»;  НИИ РАН и Университеты;  Маркетплейсы;  Личный сайт;  Социальные сети;  Минпромторг России  Также будут осуществлены адресные рассылки информационных и рекламных листов о разработке в специализированные профильные научные и технологическое лаборатории вузов и НИИ РАН. |
| 24 | **Каналы сбыта будущего продукта\***  *Указать какие каналы сбыта планируется использовать для реализации продукта и дать кратко обоснование выбора* | Производство будет локализовано в республике Дагестан, продукция будет реализовываться с производственной площадки напрямую заказчику посредством заключения партнерских соглашений с логистическими компаниями. Каналом сбыта будет является также официальный сайт предприятия, где заказчик может разместить свой заказ, который будет передаваться менеджеру. Продукт также будет размещен также на основных технологических маркетплейсах и тендерных площадках. |
|  | Характеристика проблемы, на решение которой направлен стартап-проект | |
| 25 | **Описание проблемы\***  *Необходимо детально описать проблему, указанную в пункте 9* | Одним из актуальных направлений развития современных цифровых технологий широкого применения является одновременное снижение энергопотребления и размеров наноэлектронных устройств. В настоящее время в данном направлении активно разрабатываются компактные многослойные микро и наноэлектронные устройства. В их основе лежат технологии нанесения тонких пленок и технологии их контролируемого травления для формирования объемных структур наноэлектроники. Уникальными возможностями для этих целей обладают плазменные технологии, в том числе технологии атомно-слоевого осаждения (АСО) и атомно-слоевого травления (АСТ), которые позволяют управлять свойствами поверхности на уровне отдельных атомарных слоев.  Процессы управляемого плазменного осаждения и плазменного травления поверхности материалов микро- и наноэлектроники имеют широкую перспективу практического применения. Принцип этих технологий сводится к использованию продуктов распада молекул и атомов рабочего газа за счет их ионизации. Продукты распада газов либо реагируют между собой и осаждаются на поверхности подложки в виде нового соединения, либо реагирует с материалом подложки, и образуют летучие соединения.  Технология плазменного АСТ представляет растущий интерес для научных и промышленных применений в качестве альтернативы непрерывному травлению и в качестве важного аналога АСО.  Преимущества АСТ на плазменном источнике перед другими технологиями состоит в том, что данная технология позволяет оперировать только одним атомным слоем, то есть является, по сути, цифровой технологией, предоставляющей полный контроль над процессами травления.  Преимущества плазменного атомно-слоевого травления:  • Низкое повреждение материала при травлении, обусловленное использованием ионов низких энергий  • Точный контроль глубины травления  • Удаление ультратонкого слоя  • Самоограничивающее поведение  • Высокая селективность, так как доза газа и энергии ионов может быть адаптирована для минимизации травления слоев маски или подстилающих материалов  • Скорость травления в меньшей степени зависит от соотношения сторон вытравленных объектов (т. е. уменьшенного ARDE), так как подача радикалов и бомбардировка поверхностных ионов разделены на независимые шаги  • Гладкие поверхности травления  Поскольку потребности наноэлектроники развиваются в сторону размеров нанометрового масштаба важно иметь технологию, которая позволила бы контролируемым образом модифицировать один и только один монослой за один раз, без «повреждения» других слоев материала. Примером такой технологии, как было уже сказано, является технология цифрового атомно-слоевого травления, которая соответствует следующим ключевым требованиям:  1) Точный контроль потока и энергии ионов на поверхностях при их обработке  2) Для очень тонких материалов (например, двухмерных материалов) энергия падающих ионов должна быть равной приблизительно 1 эВ, чтобы минимизировать ущерб при их обработке.  Перспективными в этом отношении могут быть плазменные реакторы, в которых использован принцип плазменного катода. Такие системы обеспечивают возможность получения ленточных электронных пучков в области давлений рабочего газа от форвакуумного до нескольких Тор. Одним из типов таких источников ленточных электронных пучков является импульсный поперечный разряд наносекундной длительности с протяженным щелевым катодом.  Разработка универсального плазменного реактора с возможностью использования АСО и АСТ является чрезвычайно актуальной задачей. |
| 26 | **Какая часть проблемы решается (может быть решена)\***  *Необходимо детально раскрыть вопрос, поставленный в пункте 10, описав, какая часть проблемы или вся проблема решается с помощью стартап-проекта* | Плазменный реактор, будет решать проблему импортозамещения в части обеспечения предприятий электронной промышленности плазменными реакторами, позволяющими организовать циклический процесс взаимодействия потоков низкоэнергетичных ионов с поверхностью материала микро- или наноэлектроники с возможностью контроля и управления энергией и плотностью ионных потоков. |
| 27 | **«Держатель» проблемы, его мотивации и возможности решения проблемы с использованием продукции\***  *Необходимо детально описать взаимосвязь между выявленной проблемой и потенциальным потребителем (см. пункты 9, 10 и 24)* | Потенциальные заказчики для продуктов и технологии, которые будут создавать спрос на предлагаемую нами продукцию будут:   * Производители микроэлектроники России; * Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации; * Министерство промышленности и торговли Российской Федерации; * Росатом.   Имеющиеся в настоящее время на рынке плазменные реакторы, как правило, рассчитаны для создания сверхтонких покрытий из небольшого спектра материалов. Наша разработка позволит легко изменить технологическую карту процесса под широкий спектр материалов за счет использования двух разных источников плазмы. Кроме того, в одном плазменном реакторе будет реализовано как контролируемое атомно-слоевое осаждение сверхтонких слоев, так и контролируемое атомно-слоевое травление. Эти возможности плазменного реактора является неоспоримыми конкурентными преимуществами для разработчиков новых компонент микро- и наноэлектроники. |
| 28 | **Каким способом будет решена проблема\***  *Необходимо описать детально, как именно ваши товары и услуги помогут потребителям справляться с проблемой* | Ключевым аспектом технологии АСТ является формирование широкоапертурного однородного отока низкоэнергетичрых ионов (с энергией ионов порядка несколькоих эВ), направленных на поверхность материала подложки.  Принцип этих технологий АСТ и АСО сводится к использованию продуктов распада молекул и атомов рабочего газа за счет их ионизации. Продукты распада газов либо реагируют между собой и осаждаются на поверхности подложки в виде нового соединения, либо реагирует с материалом подложки, и образуют летучие соединения. Этот процесс является циклическим, в результате каждого цикла которого либо наноситься на поверхность ровно один сой атомов или молекул (АСЩ), либо происходит травление ровно одного слоя атомов или молекул (АСТ). Для достижения этого требования в реакторе будет предусмотрено дозированный напуск требуемого прекурсора и включение и выключение плазмы в требуемый интервал времени одного цикла процесса.  Преимущества плазменного атомно-слоевого травления:  • Низкое повреждение материала при травлении, обусловленное использованием ионов низких энергий  • Точный контроль глубины травления  • Удаление ультратонкого слоя  • Самоограничивающее поведение  • Высокая селективность, так как доза газа и энергии ионов может быть адаптирована для минимизации травления слоев маски или подстилающих материалов  • Скорость травления в меньшей степени зависит от соотношения сторон вытравленных объектов (т. е. уменьшенного ARDE), так как подача радикалов и бомбардировка поверхностных ионов разделены на независимые шаги  • Гладкие поверхности травления  Перспективными в этом отношении могут быть плазменные реакторы, в которых использован принцип плазменного катода. Такие системы обеспечивают возможность получения ленточных электронных пучков в области давлений рабочего газа от форвакуумного до нескольких Тор. Одним из типов таких источников ленточных электронных пучков является импульсный поперечный разряд наносекундной длительности с протяженным щелевым катодом.  Разработка широкоапертурного плазменно-пучкового источника низкоэнергетичных ионов с возможностью использования его для технологий АСО и АСТ является чрезвычайно актуальной задачей. |
| 29 | **Оценка потенциала «рынка» и рентабельности бизнеса\***  *Необходимо привести кратко обоснование сегмента и доли рынка, потенциальные возможности для масштабирования бизнеса, а также детально раскрыть информацию, указанную в пункте 7.* | В 2022 году объем мирового рынка микроэлектронных компонентов составил 599,6 млрд долл., что лишь на 0,2% больше, чем в 2021 году.  Аналитики IDC дали прогноз на 2024 год, согласно которому объем продаж поднимется с 625,9 млрд до 632,8 млрд долл. По мнению аналитиков, спрос на рынке США останется устойчивым, а в Китае начнет восстанавливаться ко второй половине 2024 года.  Согласно Cognitive Market Research, глобальный рынок систем АСТ вырастет на 5,00% с 2023 по 2030 год. Спрос на рынок АСТ повышается из-за растущего спроса на электронику и полупроводниковые элементы. В 2023 году наибольшая доля выручки на рынке АСТ пришлась на категорию транзисторов.  Согласно Cognitive Market Research, на рынке систем атомно-слоевого травления (ALE) доминирующим сегментом является производство транзисторов. Технология ALE играет ключевую роль в полупроводниковой промышленности, обеспечивая точные и контролируемые процессы травления в атомном масштабе. Производство транзисторов требует предельной точности для обеспечения эффективного функционирования электронных устройств. Системы ALE преуспевают в этой области благодаря своей способности избирательно удалять тонкие слои материалов с атомарной точностью. Такой уровень точности имеет решающее значение при создании сложных транзисторных структур, что позволяет разрабатывать высокопроизводительные и энергоэффективные электронные устройства.  По данным Cognitive Market Research, Азиатско-Тихоокеанский регион является крупнейшим рынком систем атомно-слоевого травления (ALE), на долю которого приходится 33% мирового рынка. Этот рост объясняется быстрым расширением деятельности по производству полупроводников, особенно в таких странах, как Китай, Япония, Южная Корея и Тайвань. Растущий спрос на более компактные и мощные электронные устройства, и появление передовых технологий в значительной степени способствовали внедрению систем ALE в регионе. Поскольку Китай лидирует в этом вопросе, Азиатско-Тихоокеанский регион продолжает удерживать свои позиции на мировом рынке АСТ. Растущий спрос на потребительскую электронику, распространение технологии 5G и постоянные усовершенствования в технологии производства полупроводников создали благодатную почву для роста систем ALE.  Северная Америка находится на переднем крае технологических инноваций, что делает ее ключевым игроком на мировом рынке АСТ (ALE). Рост региона, занимающего долю рынка в 30%, обусловлен постоянным спросом на передовые полупроводниковые устройства, исследованиями в области нанотехнологий и несколькими ведущими компаниями-производителями полупроводников. Соединенные Штаты, в частности, являются технологическим центром, способствующим передовым разработкам в полупроводниковой промышленности.  Мировой рынок оборудования для атомно-слоевого осаждения (ALD), по оценкам, достигнет 8 059 миллионов долларов к 2024 году. Мировой рынок оборудования по атомно-слоевому травлению значительно превышает рынок АСО как по темпам роста, так и по объемам. В России практически все оборудование АСО и АСТ является импортным. |

план дальнейшего развития стартап-проекта

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | **Наименование мероприятия/объекта/процедуры** | Срок исполнения | Ответственный исполнитель | Результат выполнения |
| **1.Финансы** | | | | |
| 1. | **Получение гранта по программе «Студенческий Стартап»** | 01.01.2024- 31.12.2024 | Хизриев Хизри Шамильевич | Получен грант по программе «Студенческий стартап» в объеме 1 млн.руб |
| **2. Бизнес-процессы** | | | | |
| 1 | **Создание юридического лица** | 12.01.2024-  20.02.2024 | Хизриев Хизри Шамильевич | Создано МИП с уставным капиталом 10000 руб |
| **3.Кадры** | | | | |
| 1 | **Подбор инженера и бухгалтера** | 21.02.2024-21.03.2024 | Хизриев Хизри Шамильевич | Формирование штата организации |
| **4. Клиенты** | | | | |
| 1 | **Поиск и привлечение клиентов**  **CustDev** | 21.03.2024-21.08.2024 | Хизриев Хизри Шамильевич | Заключены соглашения с организациями |

**ДОПОЛНИТЕЛЬНО ДЛЯ ПОДАЧИ ЗАЯВКИ**

**НА КОНКУРС СТУДЕНЧЕСКИЙ СТАРТАП ОТ ФСИ**:

(подробнее о подаче заявки на конкурс ФСИ - <https://fasie.ru/programs/programma-studstartup/#documentu> )

|  |  |
| --- | --- |
| Фокусная тематика из перечня ФСИ (<https://fasie.ru/programs/programma-start/fokusnye-tematiki.php> ) | Б4 Промышленность  Б4.01 Аддитивное цифровое производство (3D печать, 3D дизайн, 3D производство) |
| ХАРАКТЕРИСТИКА БУДУЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ  (РЕЗУЛЬТАТ СТАРТАП-ПРОЕКТА) *Плановые оптимальные параметры (на момент выхода предприятия на самоокупаемость):* | |
| Коллектив *(характеристика будущего предприятия)*  *Указывается информация о составе коллектива (т.е. информация по количеству, перечню должностей, квалификации), который Вы представляете на момент выхода предприятия на самоокупаемость. Вероятно, этот состав шире и(или) будет отличаться от состава команды по проекту, но нам важно увидеть, как Вы представляете себе штат созданного*  *предприятия в будущем, при переходе на самоокупаемость* | Ашурбеков Назир Ашурбекович, д.ф.-м.н. профессор кафедры ФЭ физического факультета  Хизриев Хизри Шамильевич студент 1 курса магистратуры физического факультета  Мурадова Лейла Самурхановна студентка 2 курса магистратуры физического факультета  Шарапудинова Шарбикат Заитовна студентка 1 курса магистратуры физического факультета |
| Техническое оснащение  *Необходимо указать информацию о Вашем представлении о планируемом техническом оснащении предприятия (наличие технических и материальных ресурсов) на момент выхода на самоокупаемость, т.е. о том, как может быть.* | Четыре АРМ с возможностью цифрового проектирования и моделирования технологических процессов;  Помещение для сборки плазменного реактора;  Тестирование плазменного реактора будет проводиться в лаборатории «Физика плазмы» ДГУ на договорной основе; |
| Партнеры (поставщики, продавцы)  *Указывается информация о Вашем представлении о партнерах/ поставщиках/продавцах на*  *момент выхода предприятия на самоокупаемость, т.е. о том, как может быть.* | Заинтересованные организации:   * Группа компаний МИКРОН * АО НПП КВАНТ * АО «Ангстрем» * ООО «Крокус наноэлектроника» * Институт физических проблем имени П. Л. Капицы РАН * Вузы, занимающиеся исследованиями и разработками в области прецизионных аддитивных технологий |
| Объем реализации продукции (в натуральных единицах)  *Указывается предполагаемый Вами объем реализации продукции на момент выхода*  *предприятия на самоокупаемость, т.е. Ваше представление о том, как может быть*  *осуществлено* | 20 |
| Доходы (в рублях)  *Указывается предполагаемый Вами объем всех доходов (вне зависимости от их источника, например, выручка с продаж и т.д.) предприятия на момент выхода 9 предприятия на самоокупаемость, т.е. Ваше представление о том, как это будет достигнуто.* | 100000000 |
| Расходы (в рублях)  *Указывается предполагаемый Вами объем всех расходов предприятия на момент выхода*  *предприятия на самоокупаемость, т.е. Ваше представление о том, как это будет*  *достигнуто* | 50000000 |
| Планируемый период выхода предприятия на самоокупаемость  *Указывается количество лет после завершения гранта* | 3 года |
| **СУЩЕСТВУЮЩИЙ ЗАДЕЛ,****КОТОРЫЙ МОЖЕТ БЫТЬ ОСНОВОЙ БУДУЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ:** | |
| Коллектив | Ашурбеков Назир Ашурбекович, д.ф.-м.н. профессор кафедры ФЭ физического факультета  Хизриев Хизри Шамильевич студент 1 курса магистратуры физического факультета  Мурадова Лейла Самурхановна студентка 2 курса магистратуры физического факультета  Шарапудинова Шарбикат Заитовна студентка 1 курса магистратуры физического факультета |
| Техническое оснащение: | Имеется доступ к приборной базе лаборатории «Физика плазмы» ДГУ:Инжинирингового центра «Цифровые платформы ДГУ»  Для фоторегистрации пространственного распределения оптического излучения используется   * высокоскоростная система фотодетектирования на базе спектрографа изображения SP2358/PI-Max3: 1024i (Princeton Instruments, США); * многофункциональный экспериментальный лазерно-спектрометрического комплекс на базе монохроматора/спектрографа MS 7504i (ООО «Оптосистемы» ЦП ИОФ РАН, Россия; ООО «Плазма», Россия; СП СОЛАР ТИИ, Беларусь; Hamamatsu, Япония; Tectronix inc., США) с цифровой регистрацией оптических спектров с использованием CCD-детектора HS102H-2048/14 (Hamamatsu, Япония) в диапазоне длин волн 200 нм -1100 нм. * Спектрофотометр UV-3600 c интегрирующей сферой LISR-3100 (Shimadzu, Япония) * Многоцелевая исследовательская лаборатория зондовой и лазерной конфокальной микроскопии Ntegra Spectra (ЗАО «НТИ», Россия) |
| Партнеры (поставщики, продавцы) |  |
| ПЛАН РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТА  *(на период грантовой поддержки и максимально прогнозируемый срок, но не менее 2-х лет после завершения договора гранта)* | |
| Формирование коллектива: | 2 месяца |
| Функционирование юридического лица: | 5 лет |
| Выполнение работ по разработке продукции с использованием результатов научно-технических и технологических исследований (собственных и/или легитимно полученных или приобретенных), включая информацию о создании MVP и (или) доведению продукции до уровня TRL 31 и обоснование возможности разработки MVP / достижения уровня TRL 3 в рамках реализации договора гранта: | 6 месяцев |
| Выполнение работ по уточнению параметров продукции, «формирование» рынка быта (взаимодействие с потенциальным покупателем, проверка гипотез, анализ информационных источников и т.п.): | 2 месяца  В рамках работ предполагается проведение CustDev, проблемных интервью |
| Организация производства продукции: | 1 год |
| Реализация продукции: | 2 года |
| ФИНАНСОВЫЙ ПЛАН РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТА ПЛАНИРОВАНИЕ ДОХОДОВ И РАСХОДОВ НА РЕАЛИЗАЦИЮ ПРОЕКТА | |
| Доходы: | 20000000 |
| Расходы: | 12000000 |
| Источники привлечения ресурсов для развития стартап-проекта после завершения договора гранта и обоснование их выбора (грантовая поддержка Фонда содействия инновациям или других институтов развития, привлечение кредитных средств, венчурных инвестиций и др.): | Грантовая поддержка Фонда содействия инновациям (программа коммерциализация) |
| Перечень планируемых работ с детализацией | |
| Этап 1 (длительность – 2 месяца) | |
| |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | **Наименование работы** | **Описание работы** | **Стоимость** | **Результат** | | Организационные работы | Создание юридического лица | 20000 | Создано ООО | | |
| Этап 2 (длительность – 10 месяцев) | |
| |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | **Наименование работы** | **Описание работы** | **Стоимость** | **Результат** | | Разработка цифрового двойника плазменного реактора и выбор оптимального дизайна |  | 200000 | Цифровая модель плазменного реактора с детализацией всех комплектующих | | Разработка цифровой модели плазменных процессов в реакторе и проведение численных  экспериментов в среде Comsol |  | 200000 | Выбор оптимальных размеров и параметров источника ленточных электронных пучков и потоков низкоэнергетичных ионов | | Разработка, сборка и испытание прототипа макета плазменного реактора |  | 580000 | Макет плазменного реактора с двумя источниками плазмы | | |
| Поддержка других институтов  инновационного развития | |
| Опыт взаимодействия с другими институтами развития | |
| Платформа НТИ | НТИ TechNet |
| Участвовал ли кто-либо из членов проектной команды в «Акселерационно-образовательных интенсивах по формированию и преакселерации команд»: | Все члены команды проекта являются участниками «Акселерационно-образовательных интенсивах по формированию и преакселерации команд» проведенных в рамках прохождение акселерационной программы TechNet ДГУ в 2022 и 2023 гг. |
| Участвовал ли кто-либо из членов проектной команды в программах «Диагностика и формирование компетентностного профиля человека / команды»: | нет |
| Перечень членов проектной команды, участвовавших в программах Leader ID и АНО «Платформа НТИ»: | Ашурбеков Назир Ашурбекович, д.ф.-м.н. профессор кафедры ФЭ физического факультета  Хизриев Хизри Шамильевич студент 1 курса магистратуры физического факультета  Мурадова Лейла Самурхановна студентка 2 курса магистратуры физического факультета  Шарапудинова Шарбикат Заитовна студентка 1 курса магистратуры физического факультета |
| **ДОПОЛНИТЕЛЬНО** | |
| **Участие в программе «Стартап как диплом»** | Планируется участие в программе «Стартап как диплом» при выполнении членами команды своих магистерских диссертаций |
| **Участие в образовательных программах повышения предпринимательской компетентности и наличие достижений в конкурсах АНО «Россия – страна возможностей»:** |  |
| Для исполнителей по программе УМНИК | |
| Номер контракта и тема проекта по программе «УМНИК» |  |
| Роль лидера по программе «УМНИК» в заявке по программе «Студенческий стартап» |  |

Календарный план

***Календарный план проекта:***

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № этапа | **Название этапа календарного плана** | **Длительность этапа, мес** | **Стоимость, руб.** |
| 1 | Создание юридического лица | 2 | 20000 |
| 2 | Создание цифрового двойника плазменного реактора | 2 | 400000 |
| 3 | Создание макета плазменного реактора и его тестирование | 6 | 580000 |