

конкурсная документация

**на проведение открытого публичного конкурса на
получение грантов Российского научного фонда по
выполнению прикладных научных исследований по
приоритетным направлениям научно-
технологического развития Российской Федерации
по направлению «Микроэлектроника»**

Оглавление

I.	Общие положения	5
1.1.	Основные понятия и сокращения.....	5
1.2.	Цель и задачи конкурса.....	6
1.3.	Правовые и нормативные основания проведения конкурса	8
1.4.	Сроки проведения конкурса	8
1.5.	Источник финансирования	8
1.6.	Порядок отмены конкурса или изменения его условий	8
II.	Требования к организациям-Участникам конкурса	9
2.1.	Общие требования	9
2.2.	Специальные требования	10
2.3.	Ограничения для участия.....	10
III.	Требования к заявке и порядок ее подачи	11
3.1.	Состав заявки	11
3.2.	Требование к содержанию заявки.....	11
3.3.	Обязательства участника конкурса.....	11
3.4.	Требования к оформлению заявки и порядок ее подачи	12
3.5.	Порядок отзыва и внесения изменений в заявку	13
IV.	Порядок проведения конкурса.....	13
4.1.	Порядок проведения экспертизы	13
4.2.	Основания для недопуска заявок к конкурсу	14
4.3.	Уведомление участников и порядок обжалования	14
4.4.	Порядок определения победителей	14
4.5.	Публикация результатов конкурса	14
V.	Условия финансирования и порядок взаимодействия с победителем.....	15
5.1.	Размер гранта и софинансирование	15
5.2.	Направления расходования средств гранта	17
5.3.	Условия изменения финансирования	18
5.4.	Порядок заключения соглашения и его основные положения	18
5.5.	Требования к реализации проекта	22
5.6.	Штрафные санкции	22
5.7.	Условия прекращения финансирования и ответственность.....	23
5.8.	Права на результаты интеллектуальной деятельности	23
	Приложение № 1	24
	Перечень характеристик результата предоставления гранта	24
	Приложение № 2.....	25
	Лот № 1	25
	Разработка комплекса газоочистки агрессивных примесей в выхлопных газах процесса газофазной эпитаксии (CVD).....	25
	Лот № 2	43

Разработка технологии оптимизации CVD-эпитаксии низкодефектных слоёв 4H-SiC для карбид-кремниевой силовой электроники на основе адаптивных алгоритмов и моделей машинного обучения.	43
Лот № 3	57
Разработка технологии повышения точности и робастности интегрально-оптического датчика напряжения на основе ниобата лития.	57
Лот № 4	66
Разработка теплового узла, методики выращивания монокристаллов карбида кремния из раствора в расплаве, включая адаптивную систему автоматизации технологического процесса.	66
Лот № 5	72
Исследование конструктивно-технологических решений и разработка технологии изготовления миниатюрных ВЧ и СВЧ интегральных LTCC-модулей с пьезоэлектрическими фильтрами и малошумящим усилителем.	72
Лот № 6	83
Исследование и разработка технологических решений двукратной литографии для повышения плотности компоновки топологии при формировании линий затвора СБИС на базе технологии 90 нм.	83
Лот № 7	93
Кремниевая технология сверхширокополосных шумовых источников до 50 ГГц для отечественных СВЧ-измерительных систем и метрологии.....	93
Лот № 8	110
Разработка цифровой архитектуры интеллектуальных СВЧ генераторов шума.	110
Лот № 9	120
Разработка библиотеки стандартных элементов и комплексного инструмента проектирования СВЧ МИС на основе InGaP/GaAs гетеробиполярных транзисторов. .	120
Лот № 10	133
Проведение исследований процессов каталитически-сорбционной очистки и разработка регенерируемых финишных очистителей и установок очистки азота, аргона и сжатого воздуха от примесей O ₂ , H ₂ O, CO, CO ₂ , C _x H _y до уровня их содержания не более 1 ppb и методов контроля качества.	133
Лот № 11	143
Разработка и аттестация методик аналитического контроля качества деионизованной воды для микроэлектронного производства с проектными нормами 28 нм.....	143
Лот № 12	157
Проведение исследований и разработка научно-методических основ и экспериментального комплекса динамической генерации примесей O ₂ , H ₂ O, CO, CO ₂ , C _x H _y в чистом N ₂ , Ar, XCDA на уровне 1 ppb для калибровки газоаналитического оборудования.....	157
Лот № 13	166
Разработка и внедрение технологии идентификации и контроля загрязнений при синтезе полимерной основы литографических материалов для технологий 180/90 нм.....	166
Лот № 14	173

Разработка конструкции и технологии эпитаксиального роста полупроводниковых гетероструктур GaAs/AlGaAs/InGaP, обеспечивающих возможность монолитной интеграции в одном кристалле гетеробиполярного транзистора и варикапа в целях организации серийного производства широкополосных GaAs СВЧ-генераторов, управляемых напряжением.....	173
Лот № 15	179
Разработка технологического блока формирования третьего уровня металлизации и топологий многоуровневых библиотечных элементов с целью модернизации стандартной технологии проектирования и производства СВЧ МИС на основе GaAs нормально открытых рНЕМТ с проектной нормой 0,5 мкм.	179
Лот № 16	193
Исследование физико-технологических основ и отработка технологии лазерного микроампирования со струйной подачей припоя.....	193
Приложение № 3.....	200
Форма Титульный лист заявки в Российский научный фонд	200
ФОРМА 1.....	202
СВЕДЕНИЯ О НАУЧНОМ (НАУЧНО – ТЕХНИЧЕСКОМ) ПРОЕКТЕ.....	202
ФОРМА 2.....	205
СВЕДЕНИЯ ОБ ОРГАНИЗАЦИИ – УЧАСТНИКЕ КОНКУРСА	205
ФОРМА 3.....	207
СВЕДЕНИЯ О РУКОВОДИТЕЛЕ ПРОЕКТА	207
ФОРМА 4.....	210
СВЕДЕНИЯ О КОЛЛЕКТИВЕ ПРОЕКТА	210
ФОРМА 5.....	212
СОДЕРЖАНИЕ ПРОЕКТА.....	212
ФОРМА 6.....	215
ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ.....	215
ФОРМА 7.....	219
План-график выполнения работ по проекту	219
ФОРМА 8.....	221
Смета расходов.....	221
Приложение к ФОРМЕ 8.....	223
Технико-экономическое обоснование расходов на реализацию проекта	223
ФОРМА 9.....	227
Значение характеристик результата предоставления гранта.....	227

Конкурсная документация

открытого публичного конкурса на получение грантов Российского научного фонда по выполнению прикладных научных исследований по приоритетным направлениям научно-технологического развития Российской Федерации по направлению «Микроэлектроника»

I. Общие положения

1.1. Основные понятия и сокращения

Договор НИР - соглашение, заключаемое между организацией-заказчиком технологического предложения и организацией-исполнителем на выполнение научно-исследовательских работ по Проекту, определяющее порядок их проведения, контроля и приемки. Обязательными приложениями к договору являются техническое задание и план-график.

Организация-Заказчик технологического предложения (квалифицированный заказчик) – организация, победитель конкурсного отбора технологических предложений по направлению «Микроэлектроника» стратегических инициатив Президента Российской Федерации в научно-технологической сфере.

Организация-Исполнитель – организация, которая является победителем настоящего конкурса.

Организация-Участник конкурса – юридическое лицо, образованное в соответствии с законодательством Российской Федерации и учредительными документами которой предусмотрено проведение научных исследований и разработок, подавшая заявку на участие в настоящем конкурсе.

Проект – совокупность взаимосвязанных мероприятий, направленных на получение научно-технического результата в области «Микроэлектроника», подтверждающих возможность разработки или усовершенствования технологии и повышающих уровень готовности к их использованию.

Прототип – макет, лабораторный, экспериментальный, репрезентативный образец электронной компонентной базы, материала или оборудования для производства электронной компонентной базы, изготовленный по разработанной в рамках реализации проекта технологии, а также программа для электронных вычислительных машин, в том числе элементы системы автоматизированного проектирования изделий электронной компонентной базы.

Соглашение об ЭП – соглашение, заключенное между Фондом и организацией-Участником конкурса о признании электронной подписи равнозначной собственноручной подписи, до подачи заявки по настоящему конкурсу.

Технические требования – исходные данные и количественные

характеристики для формирования технического задания на Проект, включающие требования к объему работ и форме представления результатов.

Технологическое предложение – запрос на проведение проектов с целью получения научно-технической продукции в обеспечение создания технологий, направленных на развитие производства ЭКБ и их дальнейшее внедрение.

1.2. Цель и задачи конкурса

Цель проведения конкурса – отбор и дальнейшая финансовая, организационная поддержка реализации на территории Российской Федерации и иных территориях, находящихся под юрисдикцией Российской Федерации Проектов, выполняемых совместно (на условиях софинансирования) с квалифицированными заказчиками по выполнению прикладных научных исследований отобранных по результатам конкурсного отбора по определению тематик ориентированных и (или) прикладных научных исследований, опытно-конструкторских и технологических работ, опытно-конструкторских разработок, представляемых на конкурсы, проводимые Российским научным фондом (протокол правления Фонда 17.07.2026 № 16).

Конкурс проводится по 16 лотам:

лот №1 «Разработка комплекса газоочистки агрессивных примесей в выхлопных газах процесса газофазной эпитаксии (CVD)»;

лот № 2 «Разработка технологии оптимизации CVD-эпитаксии низкодефектных слоёв 4H-SiC для карбид-кремниевой силовой электроники на основе адаптивных алгоритмов и моделей машинного обучения»;

лот № 3 «Разработка технологии повышения точности и робастности интегрально-оптического датчика напряжения на основе ниобата лития»;

лот № 4 «Разработка теплового узла, методики выращивания монокристаллов карбида кремния из раствора в расплаве, включая адаптивную систему автоматизации технологического процесса»;

лот № 5 «Исследование конструктивно-технологических решений и разработка технологии изготовления миниатюрных ВЧ и СВЧ интегральных LTCC-модулей с пьезоэлектрическими фильтрами и малошумящим усилителем»;

лот № 6 «Исследование и разработка технологических решений двукратной литографии для повышения плотности компоновки топологии при формировании линий затвора СБИС на базе технологии 90 нм»;

лот № 7 «Кремниевая технология сверхширокополосных шумовых источников до 50 ГГц для отечественных СВЧ-измерительных систем и метрологии»;

лот № 8 «Разработка цифровой архитектуры интеллектуальных СВЧ генераторов шума»;

лот № 9 «Разработка библиотеки стандартных элементов и комплексного инструмента проектирования СВЧ МИС на основе InGaP/GaAs гетеробиполярных транзисторов»;

лот № 10 «Проведение исследований процессов каталитически-сорбционной очистки и разработка регенерируемых финишных очистителей и установок очистки азота, аргона и сжатого воздуха от примесей O₂, H₂O, CO, CO₂, C_xH_y до уровня их содержания не более 1 ppb и методов контроля качества»;

лот № 11 «Разработка и аттестация методик аналитического контроля качества деионизованной воды для микроэлектронного производства с проектными нормами 28 нм»;

лот № 12»Проведение исследований и разработка научно-методических основ и экспериментального комплекса динамической генерации примесей O₂, H₂O, CO, CO₂, C_xH_y в чистом N₂, Ar, XCDA на уровне 1 ppb для калибровки газоаналитического оборудования»;

лот № 13 «Разработка и внедрение технологии идентификации и контроля загрязнений при синтезе полимерной основы литографических материалов для технологий 180/90 нм»;

лот № 14 «Разработка конструкции и технологии эпитаксиального роста полупроводниковых гетероструктур GaAs/AlGaAs/InGaP, обеспечивающих возможность монокристаллической интеграции в одном кристалле гетеробиполярного транзистора и варикапа в целях организации серийного производства широкополосных GaAs СВЧ-генераторов, управляемых напряжением»;

лот № 15 «Разработка технологического блока формирования третьего уровня металлизации и топологий многоуровневых библиотечных элементов с целью модернизации стандартной технологии проектирования и производства СВЧ МИС на основе GaAs нормально открытых рНЕМТ с проектной нормой 0,5 мкм»;

лот № 16 «Исследование физико-технологических основ и отработка технологии лазерного микробампирования со струйной подачей припоя».

Результатом предоставления гранта является разработанная в рамках реализации проекта технология, подтвержденная изготовленным по ней прототипом изделия, соответствующих определенными техническим требованиям, установленным организацией-заказчиком технологического предложения, которые указаны в Приложении № 2 к настоящей конкурсной документации.

Значения характеристик результата предоставления гранта (показателей необходимых для достижения результата предоставления гранта) (далее – характеристики результата) должны быть отражены в заявке по Форме 9 Приложения № 3 к настоящей конкурсной документации.

Перечь характеристик результата представлен в Приложении №1 к настоящей конкурсной документации.

Организация-участник конкурса принимает на себя обязательства по выполнению требований к достижению характеристик результата.

Срок реализации Проектов до 3 лет.

1.3. Правовые и нормативные основания проведения конкурса

Конкурс проводится:

в рамках реализации мероприятий федерального проекта «Подготовка кадров и научного фундамента для электронной промышленности»;

по мероприятию Программы деятельности Фонда: «Проведение ориентированных и/или прикладных научных исследований в рамках стратегических инициатив Президента Российской Федерации по приоритетным направлениям научно-технологического развития Российской Федерации» (далее – конкурс, грант, мероприятие) проводится по направлению «Микроэлектроника» приоритетного направления деятельности Фонда «Поддержка проектов по развитию перспективных и приоритетных наукоемких технологий в целях решения задач, связанных с большими вызовами для общества, государства и науки»;

в соответствии с Порядком конкурсного отбора научных, научно-технических программ и проектов, предусматривающих проведение ориентированных и/или прикладных научных исследований, опытно-конструкторских и технологических работ, опытно-конструкторских разработок, представленных на конкурс Российского научного фонда (далее – Фонд, Проект) и Критериями конкурсного отбора научных, научно-технических программ и проектов, предусматривающих проведение ориентированных и /или прикладных научных исследований, опытно-конструкторских и технологических работ, опытно-конструкторских разработок, представленных на конкурс Фонда;

по решению правления Российского научного фонда (протокол № 30 от 29.09.2026).

1.4. Сроки проведения конкурса

Датой начала приема заявок является дата опубликования на официальном сайте Фонда объявления о конкурсе.

Заявка на конкурс должна быть зарегистрирована в ИАС уполномоченным представителем организации-Участника конкурса не позднее 17 часов 00 минут (по московскому времени) **5 ноября 2026 г.**

Результаты конкурса утверждаются правлением Фонда в срок по **8 декабря 2026 г.** включительно.

1.5. Источник финансирования

Источником грантов Фонда является имущество Фонда.

1.6. Порядок отмены конкурса или изменения его условий

Фонд вправе принять мотивированное решение об отмене конкурса или изменении его условий в первой половине срока, отведенного для представления заявок, но не позднее чем за 5 дней до даты окончания приема заявок.

Фонд публикует в средствах массовой информации и размещает на сайте Фонда информацию об изменении условий или отмене конкурса в том же порядке, какой установлен для публикации объявления о конкурсе.

В случаях, если конкурс признан несостоявшимся или соглашение не заключено с единственным участником конкурса, правление Фонда вправе объявить о проведении повторного конкурса. В случае объявления о проведении повторного конкурса правление Фонда вправе изменить условия конкурса.

II. Требования к организациям-Участникам конкурса

2.1. Общие требования

Организации-Участники должны соответствовать следующим требованиям:

учредительными документами организации-Участника конкурса должна быть предусмотрена возможность выполнения научных исследований и разработок (осуществление научной, научно-технической деятельности);

отсутствует неисполненная обязанность по уплате налогов, сборов, страховых взносов, пеней, штрафов, процентов, подлежащих уплате в соответствии с законодательством Российской Федерации о налогах и сборах;

отсутствует просроченная задолженность по возврату в федеральный бюджет субсидий, бюджетных инвестиций, предоставленных в том числе на основании иных нормативных правовых актов Российской Федерации, а также иная просроченная (неурегулированная) задолженность по денежным обязательствам перед Российской Федерацией;

не находится в процессе реорганизации (за исключением реорганизации в форме присоединения к организации другого юридического лица), ликвидации, в отношении организации не введена процедура банкротства, деятельность организации не приостановлена в порядке, предусмотренном законодательством Российской Федерации;

в реестре дисквалифицированных лиц отсутствуют сведения о дисквалифицированных руководителях, членах коллегиального исполнительного органа, лице, исполняющем функции единоличного исполнительного органа, или главном бухгалтере (при наличии) организации -Исполнителя;

не является иностранным юридическим лицом, в том числе местом регистрации которого является государство или территория, включенные в утверждаемый Министерством финансов Российской Федерации перечень государств и территорий, используемых для промежуточного (офшорного) владения активами в Российской Федерации (далее - офшорные компании), а также российским юридическим лицом, в уставном (складочном) капитале которого доля прямого или косвенного (через третьих лиц) участия офшорных компаний в совокупности превышает 25 процентов;

не находится в перечне организаций и физических лиц, в отношении которых имеются сведения об их причастности к экстремистской деятельности или терроризму, либо в составляемых в рамках реализации полномочий, предусмотренных главой VII Устава ООН, Советом Безопасности ООН или органами, специально созданными решениями Совета Безопасности ООН, перечнях организаций и физических лиц, связанных с террористическими организациями и террористами или с распространением оружия массового уничтожения;

не получает средства, указанные в пункте 2.3 настоящей конкурсной документации на основании иных нормативных правовых актов Российской Федерации, законами и (или) иными нормативными правовыми актами органов государственной власти субъекта Российской Федерации.

2.2. Специальные требования

Наличие у организации - Участника конкурса опыта выполнения научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ в области, соответствующей тематике лота, за последние 5 лет.

Наличие у организации - Участника конкурса коллектива, обладающего необходимой квалификацией для выполнения проекта (ученые степени, публикации, патенты).

Наличие у организации - Участника конкурса имеющегося оборудования, исследовательских приборов, элементов инфраструктуры для выполнения Проекта.

2.3. Ограничения для участия

Организация - Заказчик технологического предложения не может подать заявку на настоящий конкурс по лоту, инициированному по ее технологическому предложению.

Не допускается представление в Фонд Проекта, аналогичного по содержанию проекту¹ одновременно поданному на конкурсы Фонда, иных фондов или организаций, либо реализуемому в настоящее время за счет средств фондов или организаций², государственного (муниципального) задания, программ развития, финансируемых за счет федерального бюджета. В случаях нарушения указанных условий Фонд прекращает финансирование Проекта независимо от стадии его реализации с одновременным истребованием от организации выплаченных средств гранта в полном объеме.

¹Проекты, аналогичные по целям, задачам, объектам, предметам и методам исследований, а также ожидаемым результатам.

²За исключением организаций, предоставивших софинансирование по Проекту.

III. Требования к заявке и порядок ее подачи

3.1. Состав заявки

Заявка на конкурс представляется по формам в соответствии с Приложением № 3 к настоящей конкурсной документации.

К заявке на конкурс прилагаются следующие документы:

ФОРМА 1 (сведения о научном (научно – техническом) проекте);

ФОРМА 2 (сведения об организации – участнике конкурса);

ФОРМА 3 (сведения о руководителе проекта);

ФОРМА 4 (содержание проекта);

ФОРМА 5 (содержание проекта);

ФОРМА 6 (техническое задание, формируемое с учетом технических требований к проектам, указанным в приложении № 2 к настоящей конкурсной документации);

ФОРМА 7 (план-график выполнения работ по проекту);

ФОРМА 8 (смета расходов);

Приложение к ФОРМЕ 8 (технико-экономическое обоснование расходов на реализацию проекта);

ФОРМА 9 (значения характеристик результата предоставления гранта).

Технические требования к Проектам указаны в Приложении № 2 настоящей конкурсной документации. На их основании организация-Участник конкурса формирует Техническое задание (ФОРМА 6 к Приложению № 3 к настоящей конкурсной документации) и План-график выполнения работ по проекту (ФОРМА 7 к Приложению № 3 к настоящей конкурсной документации).

План-график выполнения работ по Проекту должен содержать:

первый этап: с даты подписания соглашения о предоставлении гранта, заключаемого между Российским научным фондом, организацией-Исполнителем, руководителем Проекта и организацией-Заказчиком технологического предложения (далее – соглашение) по 30 сентября 2027 года;

второй этап: с 1 октября 2027 года по 30 сентября 2028 года;

третий этап: с 1 октября 2028 года по 30 сентября 2029 года (при наличии третьего этапа).

3.2. Требование к содержанию заявки

Поддержанные по результатам конкурса Проекты не могут содержать сведений, составляющих государственную тайну или относимых к охраняемой в соответствии с законодательством Российской Федерации иной информации ограниченного доступа.

3.3. Обязательства участника конкурса

Обязательным условием предоставления Фондом гранта является принятие организацией-Участником конкурса и руководителем Проекта следующих обязательств:

обеспечение разработки важнейших наукоемких технологий, подтверждаемых созданными в интересах квалифицированного заказчика прототипами, рабочие характеристики которых подтверждены в условиях, приближенных к реальности. Документальное подтверждение создания результата, соответствующего указанным техническим требованиям уровням готовности технологий;

до обнародования, в том числе публикации, любой научной работы, выполненной в рамках поддержанного Фондом Проекта, аннотации Проекта и отчетов о выполнении Проекта, состав материалов должен быть предварительно согласован с организацией-Заказчиком технологического предложения. Материалы не должны содержать конфиденциальной информации, полученной в рамках Проекта;

обеспечить в соответствии с требованиями постановления Правительства Российской Федерации от 12.04.2013 № 327 «О единой государственной информационной системе учета научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ гражданского назначения» (далее – Постановление № 327) размещение сведений, информации, отчетов и иных документов по Проекту;

при обнародовании результатов Проекта необходимо указывать на получение финансовой поддержки от Фонда и софинансирование организации-Заказчика технологического предложения;

согласиться с опубликованием Фондом аннотаций Проекта и соответствующих отчетов о выполнении Проекта, предварительно согласованных с организацией-Заказчиком технологического предложения, в том числе в информационно-телекоммуникационной сети Интернет, а также с использованием Фондом в некоммерческих целях представляемых в Фонд материалов, в том числе содержащих результаты выполнения Проекта;

согласиться на осуществление Фондом, организацией-Заказчиком технологического предложения, Министерством науки и высшего образования Российской Федерации, органами государственного финансового контроля обязательных проверок соблюдения организацией-Исполнителем условий, целей предоставления гранта.

Подписание заявки руководителем Проекта и организацией-Участником конкурса является подтверждением принятия указанных обязательств.

3.4. Требования к оформлению заявки и порядок ее подачи

Заявка на конкурс представляется в Фонд на русском языке.

Заявка на конкурс представляется через информационно-аналитическую систему Фонда (далее – ИАС) в соответствии с заключенным соглашением об ЭП.

Заявка на конкурс должна быть представлена в виде электронного документа, подписанной через ИАС квалифицированной электронной подписью руководителем организации-Участника конкурса (уполномоченного представителя организации, действующего на основании ранее представленной в Фонд доверенности (оригинала или надлежаще

заверенной копии) (далее – уполномоченный представитель организации-Участника конкурса)³.

Представление в Фонд заявки иным, отличным от указанного выше способом, невозможно.

3.5. Порядок отзыва и внесения изменений в заявку

Организация-Участник конкурса вправе отозвать поданную на конкурс заявку путем отзыва ее квалифицированной электронной подписи в ИАС⁴.

Организация-Участник конкурса вправе представить изменения к поданной на конкурс заявке только в форме ее отзыва и представления на конкурс новой заявки в установленные сроки.

IV. Порядок проведения конкурса

4.1. Порядок проведения экспертизы

Допущенные для участия в конкурсе заявки проходят экспертизу в соответствии с:

порядком проведения экспертизы научных, научно-технических программ и проектов, предусматривающих проведение ориентированных и/или прикладных научных исследований, опытно-конструкторских работ, опытно-конструкторских разработок, представленных на конкурс Российского научного фонда;

критериями конкурсного отбора научных, научно-технических программ и проектов, предусматривающих проведение ориентированных и/или прикладных научных исследований, опытно-конструкторских и технологических работ, опытно-конструкторских разработок, представленных на конкурс Фонда⁵.

С целью оценки ресурсной возможности выполнения проектов, реализации технологических предложений, обоснованности уровня финансово-экономического обеспечения проектов, количества и объема финансирования поддерживаемых проектов (для разработок и работ), проверки объективности поданных в заявке сведений, по поручению председателя научно-технологического совета Фонда (далее - НТС РНФ) привлекаемые организации вправе взаимодействовать с организациями, участвующими в конкурсе, организациями инициировавшими технологические предложения (квалифицированный заказчик), в том числе выезжать на лабораторно-производственные базы и/или технологические

³ С представлением в ИАС файла, содержащего информацию о квалифицированной электронной подписи руководителя организации (уполномоченного представителя). Подписание заявки осуществляется путем ее загрузки руководителем организации (уполномоченным представителем) через последовательное нажатие (сессия, в рамках которой загружается и подписывается заявка, не должна закрываться) кнопок «Подписать квалифицированной ЭП», «Получить документ для подписи» в ИАС РНФ, подписание скачанной заявки квалифицированной электронной подписью с помощью любого доступного инструмента, нажатие кнопки «Приложить подписанный КЭП документ к данной форме», отправки (поддерживается только данный формат подписи) файла.p7s с подписью.

⁴ В соответствии с соглашением по ЭП путем направления соответствующего обращения в Фонд на адрес электронной почты konkurs_okr@rscf.ru.

⁵ Документы опубликованы в сети «Интернет» по адресу <http://rscf.ru/ru/documents>.

(производственные) площадки, которые планируется использовать для реализации проектов или внедрения их результатов.

4.2. Основания для недопуска заявок к конкурсу

К конкурсу не допускаются заявки:

оформленные и/или поданные в Фонд с нарушением требований пункта 3.4 настоящей конкурсной документации;

оформленные и поданные в Фонд с нарушениями требований к содержанию заявки для участия в конкурсе, изложенных в объявлении о проведении конкурса и настоящей конкурсной документации;

информация в которых не соответствует требованиям пунктов 3.1, 3.2, 3.4 настоящей конкурсной документации;

подано более одной заявки от одной организации-Участника на один лот.

Решение о недопуске заявок к конкурсу принимает правление Фонда.

4.3. Уведомление участников и порядок обжалования

Фонд извещает организацию-Участника конкурса через ИАС о регистрации заявки в виде электронного документа, о недопуске заявки к конкурсу (с указанием причины, в случае если заявка не допущена к конкурсу), результатах конкурса.

Организация-Участник конкурса вправе в течение 10 (десяти) рабочих дней после извещения Фонда через ИАС о недопуске заявки к конкурсу представить в Фонд письменные возражения.

4.4. Порядок определения победителей

Определение победителей происходит по результатам экспертизы, проведенной в соответствии пунктом 4.1 конкурсной документации.

Результаты конкурса утверждаются правлением Фонда.

4.5. Публикация результатов конкурса

Перечень Проектов, поддержанных по итогам конкурса, публикуется на сайте Фонда не позднее 10 рабочих дней с даты подведения итогов (утверждения результатов) конкурса.

Краткие аннотации по каждому из поддержанных Проектов публикуются на сайте Фонда не позднее 20 рабочих дней с даты подведения итогов (утверждения результатов) конкурса.

Участники конкурса уведомляются через ИАС о его результатах не позднее 10 рабочих дней после даты подведения итогов (утверждения результатов) конкурса.

V. Условия финансирования и порядок взаимодействия с победителем

5.1. Размер гранта и софинансирование

Грант предоставляется на условиях финансовой и организационной поддержки на выполнение проектов организации-Исполнителю при обязательном софинансировании Проекта квалифицированным заказчиком в объеме не менее 5 процентов от общего размера гранта Фонда.

Объем финансового обеспечения гранта составляет до 10 000,0 тыс. рублей (для ориентированных научных исследований) и до 30 000,0 тыс. рублей (для прикладных научных исследований) в год. Гранты на реализацию Проекта предоставляются организациям-Исполнителям по результатам конкурса на условиях, установленных Фондом⁶.

Размер гранта по лотам:

Лот № 1 составляет до **90 000,0** тыс. руб., в том числе:

в 2026 году на первый этап выполнения Проекта – до 30 000,0 тыс. руб.;

в 2027 году на второй этап выполнения Проекта – до 30 000,0 тыс. руб.;

в 2028 году на третий этап выполнения Проекта – до 30 000,0 тыс. руб.

Лот № 2 составляет до **30 000,0** тыс. руб., в том числе:

в 2026 году на первый этап выполнения Проекта – до 10 000,0 тыс. руб.;

в 2027 году на второй этап выполнения Проекта – до 10 000,0 тыс. руб.;

в 2028 году на третий этап выполнения Проекта – до 10 000,0 тыс. руб.

Лот № 3 составляет до **90 000,0** тыс. руб., в том числе:

в 2026 году на первый этап выполнения Проекта – до 30 000,0 тыс. руб.;

в 2027 году на второй этап выполнения Проекта – до 30 000,0 тыс. руб.;

в 2028 году на третий этап выполнения Проекта – до 30 000,0 тыс. руб.

Лот № 4 составляет до **88 000,0** тыс. руб., в том числе:

в 2026 году на первый этап выполнения Проекта – до 29 000,0 тыс. руб.;

в 2027 году на второй этап выполнения Проекта – до 29 000,0 тыс. руб.;

в 2028 году на третий этап выполнения Проекта – до 30 000,0 тыс. руб.

Лот № 5 составляет до **90 000,0** тыс. руб., в том числе:

в 2026 году на первый этап выполнения Проекта – до 30 000,0 тыс. руб.;

в 2027 году на второй этап выполнения Проекта – до 30 000,0 тыс. руб.;

в 2028 году на третий этап выполнения Проекта – до 30 000,0 тыс. руб.

Лот № 6 составляет до **30 000,0** тыс. руб., в том числе:

в 2026 году на первый этап выполнения Проекта – до 10 000,0 тыс. руб.;

в 2027 году на второй этап выполнения Проекта – до 10 000,0 тыс. руб.;

в 2028 году на третий этап выполнения Проекта – до 10 000,0 тыс. руб.

Лот № 7 составляет до **90 000,0** тыс. руб., в том числе:

в 2026 году на первый этап выполнения Проекта – до 30 000,0 тыс. руб.;

в 2027 году на второй этап выполнения Проекта – до 30 000,0 тыс. руб.;

в 2028 году на третий этап выполнения Проекта – до 30 000,0 тыс. руб.

Лот № 8 составляет до **30 000,0** тыс. руб., в том числе:

⁶Порядок перечисления средств гранта организации-Исполнителю устанавливается Фондом при заключении соглашения.

в 2026 году на первый этап выполнения Проекта – до 10 000,0 тыс. руб.;
в 2027 году на второй этап выполнения Проекта – до 10 000,0 тыс. руб.;
в 2028 году на третий этап выполнения Проекта – до 10 000,0 тыс. руб.

Лот № 9 составляет до **90 000,0** тыс. руб., в том числе:

в 2026 году на первый этап выполнения Проекта – до 30 000,0 тыс. руб.;
в 2027 году на второй этап выполнения Проекта – до 30 000,0 тыс. руб.;
в 2028 году на третий этап выполнения Проекта – до 30 000,0 тыс. руб.

Лот № 10 составляет до **90 000,0** тыс. руб., в том числе:

в 2026 году на первый этап выполнения Проекта – до 30 000,0 тыс. руб.;
в 2027 году на второй этап выполнения Проекта – до 30 000,0 тыс. руб.;
в 2028 году на третий этап выполнения Проекта – до 30 000,0 тыс. руб.

Лот № 11 составляет до **90 000,0** тыс. руб., в том числе:

в 2026 году на первый этап выполнения Проекта – до 30 000,0 тыс. руб.;
в 2027 году на второй этап выполнения Проекта – до 30 000,0 тыс. руб.;
в 2028 году на третий этап выполнения Проекта – до 30 000,0 тыс. руб.

Лот № 12 составляет до **90 000,0** тыс. руб., в том числе:

в 2026 году на первый этап выполнения Проекта – до 30 000,0 тыс. руб.;
в 2027 году на второй этап выполнения Проекта – до 30 000,0 тыс. руб.;
в 2028 году на третий этап выполнения Проекта – до 30 000,0 тыс. руб.

Лот № 13 составляет до **90 000,0** тыс. руб., в том числе:

в 2026 году на первый этап выполнения Проекта – до 30 000,0 тыс. руб.;
в 2027 году на второй этап выполнения Проекта – до 30 000,0 тыс. руб.;
в 2028 году на третий этап выполнения Проекта – до 30 000,0 тыс. руб.

Лот № 14 составляет до **90 000,0** тыс. руб., в том числе:

в 2026 году на первый этап выполнения Проекта – до 30 000,0 тыс. руб.;
в 2027 году на второй этап выполнения Проекта – до 30 000,0 тыс. руб.;
в 2028 году на третий этап выполнения Проекта – до 30 000,0 тыс. руб.

Лот № 15 составляет до **90 000,0** тыс. руб., в том числе:

в 2026 году на первый этап выполнения Проекта – до 30 000,0 тыс. руб.;
в 2027 году на второй этап выполнения Проекта – до 30 000,0 тыс. руб.;
в 2028 году на третий этап выполнения Проекта – до 30 000,0 тыс. руб.

Лот № 16 составляет до **90 000,0** тыс. руб., в том числе:

в 2026 году на первый этап выполнения Проекта – до 30 000,0 тыс. руб.;
в 2027 году на второй этап выполнения Проекта – до 30 000,0 тыс. руб.;
в 2028 году на третий этап выполнения Проекта – до 30 000,0 тыс. руб.

Софинансирование для реализации Проекта **предоставляется** организацией-Заказчиком технологического предложения **в денежной форме**. Размер софинансирования по Проекту указан в разделе 5 Технических требований (Приложение № 2 к настоящей конкурсной документации). Софинансирование предоставляется не позднее чем за 5 (пять) месяцев до окончания этапа выполнения работ, предусмотренного Планом-графиком выполнения работ по Проекту.

Софинансирование организацией-заказчиком технологического предложения предоставляется путем перечисления денежных средств на

расчетный счет организации-исполнителя, с предоставлением копии подтверждающего документа в Фонд.

В целях софинансирования поддержанных по результатам конкурса проектов в течение всего периода их практической реализации с использованием гранта Фонда не могут привлекаться средства государственного задания, средства фондов поддержки научной, научно-технической, инновационной деятельности, средства бюджетов любого уровня (федерального бюджета, бюджетов субъектов Российской Федерации и местных бюджетов), направленных на финансовое обеспечение реализации государственных программ развития, проектов развития технологий и других инструментов государственной поддержки.

5.2. Направления расходования средств гранта

Гранты предоставляются на финансовое обеспечение следующих расходов:

а) оплата труда работников, связанных с реализацией Проекта, в том числе административно-управленческого персонала (не более пяти процентов (5 %) от общего объема фонда оплаты труда работников, участвующих в реализации Проекта), включая НДФЛ и страховые взносы на обязательное социальное, пенсионное и медицинское страхование;

б) расходы на приобретение специального оборудования для научных (экспериментальных) работ по выполнению Проекта (включает затраты на приобретение и (или) изготовление (включая затраты на проектирование, транспортировку, монтаж, испытания и пусконаладочные работы), стендов, установок, испытательных станций, специальной контрольно-измерительной аппаратуры, специальных приборов, специальных рабочих мест, специального лабораторного оборудования, специальных механизмов и устройств, специальных инструментов, приспособлений и инвентаря, запасных частей для ремонта и эксплуатации, другого специального имущества и другого специального оборудования (включая серийные изделия), необходимых для создания научно-технической продукции и (или) предназначенных для проведения испытаний и исследований, если это предусмотрено технической документацией на создание научно-технической продукции, или они являются составными частями создаваемого спецоборудования и необходимы для реализации Проекта);

в) расходы на приобретение материалов и комплектующих для выполнения Проекта (сырье, расходные материалы, полуфабрикаты, комплектующие);

г) расходы на оплату научно-исследовательских работ, выполняемых сторонними организациями в рамках реализации Проекта (не более тридцати процентов (30 %) от размера средств гранта);

д) расходы на содержание (аренду) и эксплуатацию научно-исследовательского оборудования, установок и производственной инфраструктуры, зданий, сооружений, включая затраты на поддержание производственного микроклимата, деонизованную водоподготовку,

газоподготовку, химоподготовку и утилизацию (в соответствии с локальными актами организации);

е) расходы, связанные со служебными командировками работников организации, непосредственно участвующих в реализации Проекта;

ж) прочие расходы, в том числе расходы на приобретение информационных ресурсов, соответствующих целям предоставления гранта и непосредственно связанные с реализацией Проекта (не более пяти процентов от размера гранта).

Оплата работ и услуг организации-Заказчика технологического предложения, в том числе его работников, за счет средств гранта не допускается.

5.3. Условия изменения финансирования

Объемы ежегодного финансирования могут изменяться Фондом при недостаточности имущества Фонда для исполнения обязательств или на основании решения правления Фонда, принятого по результатам рассмотрения обращения организации-Заказчика технологического предложения, экспертизы представленных заявок на участие в данном конкурсе, отчетов: о выполнении Проекта, о целевом использовании средств гранта и средств софинансирования, об обеспечении софинансирования, а также в случаях выявления нецелевого или неправомерного использования гранта.

Объем финансового обеспечения Проекта в соглашении может быть уменьшен по сравнению с запрошенным в соответствии с решением правления Фонда, принятым на основании рекомендаций НТС РНФ.

5.4. Порядок заключения соглашения и его основные положения

В течение 15 рабочих дней с даты утверждения результатов конкурса организациям-Исполнителям через ИАС направляются тексты грантовых соглашений для их оформления и подписания (включая подписание организацией-Заказчиком технологического предложения) в которых указываются:

право Фонда на осуществление, в том числе с привлечением сторонних организаций, контроля за реализацией Проекта в соответствии с нормативным актом Фонда, в том числе в форме проверок, за исполнением организацией-Исполнителем, руководителем Проекта, организацией-Заказчиком технологического предложения, обязательств, предусмотренных соглашением;

право Фонда запрашивать у организации-Исполнителя и/или руководителя Проекта, организации-Заказчика технологического предложения необходимые документы (сведения) для оценки исполнения обязательств и иные документы, касающиеся выполнения Проекта;

право Фонда на участие в комиссиях, советах, образованных (созданных) организацией-Исполнителем, организацией-Заказчиком технологического предложения в целях реализации Проекта;

обязанность Фонда перечислять грант на счет организации-Исполнителя в установленном порядке;

условия и порядок приостановки реализации Проекта и/или перечисления средств гранта, расторжения сторонами соглашения и/или возврата (частичного возврата) средств гранта Фонда, в том числе в случае выявления Фондом факта нецелевого или неправомерного использования средств гранта Фонда, а также при наличии неиспользованных средств гранта Фонда по истечении срока действия соглашения;

обязанность организации-Исполнителя заключить договор НИР с организацией-Заказчиком технологического предложения;

обязанность организации-Исполнителя выполнить работы в соответствии с требованиями договора НИР;

обязанность организации-Исполнителя разработать и согласовать с организацией-Заказчиком технологического предложения плана совместных работ на выполнение договора НИР;

обязанность организации-Исполнителя вести отдельный учет расходов на реализацию Проекта из средств гранта и средств софинансирования, позволяющего однозначно определить источник финансирования произведенных расходов;

обязанность организации-Исполнителя ежеквартально, не позднее 10-го числа первого месяца квартала, следующего за отчетным, предоставлять в Фонд отчет о ходе реализации Проекта по форме, установленной Фондом;

обязанность организации-Исполнителя по созданию (при его отсутствии) научно-технического совета (секции), для рассмотрения результатов, полученных на этапе выполнения работ по договору НИР, и разработанной отчетной научно-технической документации, в целях реализации договора НИР;

обязанность организации-Исполнителя заключить на весь период реализации Проекта трудовой договор с руководителем Проекта, исключающего возможность дистанционной работы;

обязанность организации-Исполнителя урегулировать с организацией-Заказчиком технологического предложения передачу результатов научно-технической деятельности (результатов интеллектуальной деятельности)⁷, созданных/полученных в рамках договора НИР;

обязанность организации-Исполнителя в порядке и в сроки, установленные Положением о единой государственной информационной системе учета научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ гражданского назначения, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 12.04.2013 № 327, обеспечить размещение в соответствующей информационной системе

⁷ В соответствии со статьей 1225 Гражданского кодекса Российской Федерации

требуемых сведений (информации, отчетов и иных документов) и предварительно согласовать с организацией-Заказчиком технологического предложения объем раскрываемых сведений;

обязанность организации-Исполнителя обеспечить в ходе выполнения работ по Проекту сохранение коммерческой тайны и конфиденциальности сведений о составе и результатах работ по Проекту, в том числе со стороны третьих лиц, привлекаемых к реализации Проекта;

обязанности организации-Заказчика технологического предложения заключить договор НИР с организацией-Исполнителем;

обязанность организации-Заказчика технологического предложения согласовать с организацией-Исполнителем план совместных работ на выполнение договора НИР;

обязанность организации-Заказчика технологического предложения осуществить приемку выполненных работ в соответствии с требованиями, установленными в Техническом задании к договору НИР;

обязанность организации-Заказчика технологического предложения обеспечить софинансирование Проекта в соответствии с Планом-графиком выполнения работ по проекту;

обязанность организации-Заказчика технологического предложения использовать результат Проекта;

обязанность организации-Заказчика вести аналитический учет с момента начала и в течение всего срока реализации Проекта расходов на реализацию Проекта из средств софинансирования позволяющий однозначно определить источник финансирования произведенных расходов;

обязанность организации-Заказчика технологического предложения назначить ответственных лиц за реализацию Проекта (например, главного конструктора и/или главного технолога, научного руководителя или иного лица), имеющих право осуществлять мониторинг, контроль, принятие решений о целесообразности реализации Проекта, об испытаниях и сертификации;

обязанность организации-Заказчика технологического предложения в течение 5 лет после завершения Проекта ежегодно предоставлять в Фонд отчетную информацию о практическом применении (внедрении) результатов Проекта по форме, установленной Фондом;

обязанность руководителя Проекта обеспечивать реализацию работ по выполнению Проекта в полном объеме и в установленные сроки в соответствии соглашением;

обязанности руководителя Проекта по координации работ в ходе выполнения Проекта в соответствии с соглашением;

согласие организации-Исполнителя, организации-Заказчика технологического предложения и руководителя Проекта на осуществление Министерством науки и высшего образования Российской Федерации, органами государственного финансового контроля обязательных проверок соблюдения условий, целей и порядка предоставления гранта.

Иные права и обязанности Фонда, руководителя Проекта и организации-Исполнителя, организации-Заказчика технологического предложения связанные с использованием гранта.

К соглашению должны быть приложены:

техническое задание на проведение ориентированных и/или прикладных научных исследований по Проекту;

план-график выполнения работ по проекту;

смета расходов;

форма ежеквартального отчета (мониторинг) о ходе реализации Проекта;

значение характеристик результата предоставления гранта с методикой их расчета.

Проект соглашения, подписанный руководителем организации-Исполнителя, руководителем Проекта, руководителем организации-Заказчика технологического предложения либо мотивированный отказ от подписания соглашения должны быть представлены в Фонд вместе с печатным экземпляром заявки указанной в пункте 3.1 настоящей конкурсной документации, в течение 15 рабочих дней после дня с даты получения его через ИАС.

Печатный экземпляр заявки (включая дополнительные материалы к ней) должен быть прошнурован и скреплен оттиском печати (при ее наличии) организации-Исполнителя, а соответствующие формы собственноручно подписаны (подписи должны быть расшифрованы) руководителем Проекта и руководителем организации-Исполнителя (уполномоченным представителем, действующим на основании доверенности или распорядительного документа). Дата подписания заявки должна соответствовать дате ее регистрации в ИАС.

Одновременно с проектом соглашения организация-Исполнитель предоставляет собственноручно подписанное руководителем организации-Исполнителя (уполномоченным представителем, действующим на основании доверенности или распорядительного документа) и главным бухгалтером организации-Исполнителя (или иное должностное лицо, на которое возлагается ведение бухгалтерского учета и бухгалтерской (финансовой) отчетности) письмо подтверждающее на 1-е число месяца, предшествующего месяцу, в котором заключается соглашение о предоставлении гранта Российского научного фонда, что соответствует требованиям пункта 2.1.

Организация-Исполнитель (победитель конкурса) самостоятельно выбирает способ доставки в Фонд подписанных соглашения и заявки, обеспечивающий их своевременное получение Фондом. При нарушении указанного срока она уведомляется Фондом о недопустимой задержке с подписанием соглашения. В случае непоступления в Фонд подписанного в установленном порядке соглашения в течение последующих 5 рабочих дней соответствующий Проект исключается из перечня проектов, поддержанных Фондом, с опубликованием сообщения об этом на официальном сайте Фонда.

Фонд не вправе заключать соглашение с организацией-Исполнителем,

не соответствующей требованиям пункта 2.1, 2.2 настоящей конкурсной документации, и в случаях, если руководитель Проекта изменен⁸, по сравнению с заявкой, поданной на конкурс и прошедшей экспертизу.

5.5. Требования к реализации проекта

Проект в организации-Исполнителе реализуется (выполняется) коллективом (далее – коллектив Проекта), возглавляемым руководителем Проекта (далее – руководитель Проекта), состоящими на время реализации Проекта в трудовых отношениях с организацией-Исполнителем.

Руководитель Проекта, входящий в состав коллектива, на весь период практической реализации Проекта должен состоять в трудовых отношениях с организацией-Исполнителем, при этом трудовой договор с руководителем Проекта не должен быть договором о дистанционной работе.

Руководитель Проекта не должен являться:

руководителем уже реализуемого при поддержке Фонда проекта (помимо одного, или если иное не предусмотрено Программой деятельности Фонда на трехлетний период);

менее трех лет назад отказавшегося от руководства реализуемого при поддержке Фонда проекта;

менее трех лет назад являвшегося руководителем досрочно прекращенного по рекомендации НТС РНФ проекта;

менее трех лет назад являвшегося руководителем проекта, признанного по рекомендации НТС РНФ неудовлетворительно реализованным (в случае отрицательной оценки экспертным или НТС РНФ итогового отчета).

5.6. Штрафные санкции

В случае недостижения организацией-Исполнителем по итогам i -го этапа реализации Проекта одного или нескольких значений характеристик результата, указанных в Приложении № 1⁹ настоящей конкурсной документации, к ней, по решению НТС РНФ, могут применяются штрафные санкции ($Ш_{Ti}$), размер которых определяется по формуле:

$$Ш_{Ti} = \frac{k_i}{n_i} \cdot \sum_{j=1}^{n_i} \left(1 - \frac{D_{j \text{ факт}}^i}{D_{j \text{ план}}^i} \right)$$

где:

$Ш_{Ti}$ – размер штрафных санкций по итогам i -го этапа реализации Проекта в рублях;

$D_{j \text{ факт}}^i$ – фактическое значение j -ой характеристики результата по итогам i -го этапа реализации Проекта;

⁸За исключением, в силу значимых обстоятельств: смерть, тяжелая болезнь, признание без вести пропавшим, признание недееспособным, беременность и роды.

⁹ За исключение п.5 характеристики результата

$D_{j\text{ план}}^i$ – плановое значение j -ой характеристики результата по итогам i -го этапа реализации Проекта;

n_i – количество характеристик результата в i -ом этапе реализации Проекта;

k_i – объем средств гранта, предоставленных организации-Исполнителю для реализации i этапа Проекта в рублях;

i – принимает значения с 1 по 3, в зависимости от количества этапов Проекта.

Если фактическое значение j -ой характеристики результата по итогам i -го этапа реализации Проекта ($D_{j\text{ факт}}^i$) превышает плановое значение j -ой характеристики результата по итогам i -го этапа реализации Проекта ($D_{j\text{ план}}^i$), то ($D_{j\text{ факт}}^i$) принимается равным ($D_{j\text{ план}}^i$).

5.7. Условия прекращения финансирования и ответственность

Выявление факта нецелевого или неправомерного использования средств гранта и средств софинансирования является основанием для расторжения соглашения и/или возврата средств гранта в порядке и случаях, установленных соглашением.

Ответственность за нецелевое или неправомерное использование средств гранта и средств софинансирования несет организация-Исполнитель

5.8. Права на результаты интеллектуальной деятельности

Права на результаты интеллектуальной деятельности (далее - РИД), созданные при выполнении финансируемого Фондом за счет средств гранта Проекта, принадлежат исполнителям Проекта.

Российская Федерация может¹⁰ использовать для государственных нужд РИД, созданные за счет средств гранта при выполнении Проекта¹¹, на условиях безвозмездной простой (неисключительной) лицензии, предоставленной правообладателем государственному заказчику, с выплатой государственным заказчиком вознаграждения авторам РИД.

Права на РИД и порядок передачи прав на РИД, созданные в ходе реализации Проекта, и порядок передачи прав на РИД определяются договором, заключаемым между организацией-Заказчиком технологического предложения и организацией-Исполнителем¹².

¹⁰Урегулирование с организацией-Заказчиком технологического предложения вопросов, связанных с исполнением настоящего пункта, обеспечивает организация-Исполнитель.

¹¹В соответствии со статьей 1228 Гражданского кодекса Российской Федерации автором РИД признается гражданин, творческим трудом которого создан такой результат; право на РИД, созданный творческим трудом, первоначально возникает у его автора; это право может быть передано автором другому лицу по договору, а также может перейти к другим лицам по иным основаниям, установленным законом (в том числе в соответствии со статьей 1370 Гражданского кодекса Российской Федерации исключительное право на служебное изобретение, служебную полезную модель или служебный промышленный образец и право на получение патента принадлежат работодателю, если трудовым или гражданско-правовым договором между работником и работодателем не предусмотрено иное).

¹²Распределение прав на РИД осуществляется в соответствии со статьей 1371 Гражданского кодекса Российской Федерации (часть четвертая). Изобретение, полезная модель или промышленный образец, созданные при выполнении работ по договору.

Приложение № 1

к конкурсной документации на получение грантов Российского научного фонда по выполнению прикладных научных исследований по приоритетным направлениям научно-технологического развития Российской Федерации по направлению «Микроэлектроника»

Перечень характеристик результата предоставления гранта

№	Наименование
1	Количество выполненных работ и мероприятий на соответствующем этапе плана-графика выполнения работ по Проекту
2	Количество результатов интеллектуальной деятельности, учтенных в ЕГИСУ НИОКТР
3	Количество созданных прототипов ЭКБ и/или разработанных образцов изделий, материалов, необходимых для производства ЭКБ
4	Количество сформированных отчетов по ориентированному научному исследованию или прикладному научному исследованию в ЕГИСУ НИОКТР
5	Объем средств, привлеченных для софинансирования реализации Проекта на соответствующем этапе

Приложение № 2

к конкурсной документации на проведение открытого публичного конкурса на получение грантов Российского научного фонда по выполнению прикладных научных исследований по приоритетным направлениям научно-технологического развития Российской Федерации по направлению «Микроэлектроника»

Лот № 1

Технические требования (исходные данные) организации-заказчика технологического предложения

1. Код классификатора по направлению «Микроэлектроника»

11-131

2. Наименование технологического предложения

№ 26-90-00105

Разработка комплекса очистки выхлопных газов процесса CVD от хлоридов и углеводородов.

3. Организация-заказчик технологического предложения

АО «Эпизэл»

4. Наименование проекта

№ 26-91-13001

Разработка комплекса газоочистки агрессивных примесей в выхлопных газах процесса газоплазменной эпитаксии (CVD).

5. Финансирование проекта

Объем запрашиваемого финансирования проекта (тыс. рублей)			Планируемый объем софинансирования проекта (не менее 5%) (тыс. рублей)		
для 1 этапа	для 2 этапа	для 3 этапа	для 1 этапа	для 2 этапа	для 3 этапа
30 000	30 000	30 000	1 500	1 500	1 500

Вид научных исследований.

Проект предусматривает проведение **прикладных** научных исследований.

6. Задачи выполнения проекта

6.1. Разработка технологии получения многокомпонентной хемосорбционной матрицы (высокопористый отечественный носитель, допированный функциональными группами для увеличения хемосорбции лимитирующих примесей) для применения в адсорбционных блоках системы сухой очистки водорода после технологической линии CVD SiC:Al от хлоридов (HCl, SiCl₄, SiH₂Cl₂) и углеводородов (CH₄, C₂H₄) до уровня остаточной концентрации: HCl <2 ppm, SiCl₄ <2 ppm (в пересчете на HCl), SiH₂Cl₂ <2 ppm (в пересчете на HCl), CH₄ <25 ppm, C₂H₄ <25 ppm (эффективность >99.9%).

6.2. Разработка технологии заполнения адсорбционного блока из углеродистой стали с антикоррозионным покрытием (или нержавеющей стали) многокомпонентной сорбционной матрицей с обеспечением равномерной плотности засыпки для минимизации каналообразования и поддержания рабочего перепада давления в допустимых пределах при

максимальном потоке 200 л/ч. Технология заполнения должна обеспечивать модульность конструкции (основной блок, байпасный блок) и удобство замены отработанного сорбента.

6.3. Изготовление газовой системы на VCR соединениях (торцевые соединения с металлическим уплотнением) или трубными обжимными фитингами по типу Swagelok для обеспечения максимальной герметичности при работе с водородом (взрывоопасный газ) и коррозионно-активными хлоридами (HCl, SiCl₄). Максимальная скорость утечки гелия не должна превышать 1×10^{-9} станд. см³/с. Вся запорная арматура, контактирующая с технологическим газом, должна быть выполнена на базе пневматических диафрагменных клапанов.

6.4. Разработка эскизного проекта на комплекс сухой очистки водорода с присвоением литеры «Э». Проект должен включать: ведомость эскизного проекта, пояснительную записку, чертеж общего вида (модульная архитектура), технологическую схему, а также специальные решения по обеспечению взрывопожарной безопасности.

6.5. Разработка комплекта технологической документации с literой «Т» на технологический процесс сухой хемосорбционной очистки водорода на выходе CVD процесса SiC:Al от молекулярных примесей:

Хлороводород (HCl) - до уровня <2 ppm;

Тетрахлорсилан (SiCl₄) - до уровня <2 ppm (в пересчете на HCl);

Дихлорсилан (SiH₂Cl₂) - до уровня <2 ppm (в пересчете на HCl);

Метан (CH₄) - до уровня <25 ppm;

Этилен (C₂H₄) - до уровня <25 ppm.

6.6. Разработка программы и методик предварительных испытаний экспериментального образца очистителя, включая:

- проверку герметичности газовой системы в режиме опрессовки избыточным давлением;

- проверку срабатывания аварийной блокировки по превышению давления и автоматическому переходу на байпас;

- проверку автоматического включения продувки азотом при внештатных ситуациях;

- оценку сорбционной емкости по каждому целевому компоненту (HCl, SiCl₄, SiH₂Cl₂, CH₄, C₂H₄) на модельных газовых смесях.

6.7. Разработка методик контроля качества очищенного водорода на уровне содержания регламентированных примесей:

- HCl, SiCl₄, SiH₂Cl₂: газовая хроматография с масс-спектрометрическим детектированием (ГХ/МС) или ГХ с детектором по теплопроводности (ДТП/катарометр) высокого разрешения; FTIR-анализ или методика контроля с использованием электрохимического сенсора.

- CH₄, C₂H₄: контроль с использованием газовой хроматографии с ПИД или ДТП в микроячейке, FTIR-анализ;

- водород (газ-носитель): контроль взрывобезопасности (датчики горючих газов) в зоне размещения оборудования.

6.8. Разработка проекта паспорта на систему очистки, включающего основные сведения об изделии и технические данные, комплектность (модули основного и байпасного блоков), ресурсы и сроки службы (с указанием расчетной сорбционной емкости), гарантии, консервацию, свидетельство о приемке, упаковывании, специальные разделы по взрывобезопасности при работе с водородом и утилизации отработанного сорбента.

6.9. Разработка эксплуатационной документации на комплекс очистки, включая руководство по эксплуатации с описанием режимов работы НМІ-панели (ручной/автоматический, опрессовка, продувка), инструкцию по безопасной замене адсорбционного блока (с учетом водородной среды), регламент действий при авариях.

6.10. Разработка программы и методик приемочных испытаний опытного образца

комплекса очистки на площадке Заказчика. Методика должна включать прогон тестовой смеси газов ($\text{HCl} + \text{SiCl}_4 + \text{CH}_4 + \text{C}_2\text{H}_4$ в водороде) в аттестованных баллонах и подтверждением концентрации на выходе на уровне целевых значений (<2 ppm по HCl и хлорсиланам, <25 ppm по углеводородам) в течение не менее 30 минут при максимальном потоке 200 л/ч.

6.11. Изготовление опытного образца комплекса очистки в составе: шкаф управления и контроля, пневматический блок (клапаны и автоматика), основной и байпасный адсорбционные блоки, снаряженные многокомпонентным сорбентом на основе отечественных высокопористых материалов с допированными функциональными группами.

6.12. Проведение приемочных испытаний работы комплекса очистки с составлением Акта приемки и подтверждением достижения заявленных показателей эффективности очистки ($>99.9\%$) и ресурса поглотителя (сорбционной емкости, превышающей аналогии на 30–50 %).

6.13. Разработка технологического регламента безопасной замены и утилизации отработанного адсорбционного блока, включающего процедуры обращения с отходами, содержащими связанные хлориды металлов и продукты разложения хлорсиланов (класс опасности — III–IV). Примечание: Сорбент не регенерируется.

7. Технические требования к материалу, предполагаемому к созданию (модернизации).

7.1. Ключевые характеристики, для подтверждения которых ставится проект

№ п/п	Наименование характеристики (параметра, показателя назначения), ед. измерения	Количественное значение характеристики Этап экспериментального подтверждения			Прим.
		1	2	3	
1	Изготовление лабораторного образца очистителя, шт.	1	-	-	Стенд, собранный из нержавеющей трубки 3/8, калиброванной газовой смесью подключенный к ГХ, для отработки газодинамики и сорбционной емкости разработанного хемосорбента.
2	Изготовление экспериментального образца очистителя, шт.	-	1	-	Полноразмерный адсорбционный блок, испытываемый на стенде производителя. Передача Заказчику протокола заводских испытаний).

3	Изготовление опытного образца очистителя, шт.	-	-	1	Передача опытного образца очистителя Заказчику. (Шкаф в сборе с байпасной линией и автоматикой, смонтированный на площадке Заказчика).
4	Чистота очищенного газа не менее, %	> 99.9	> 99.9	> 99.9	Эффективность очистки оценивается по остаточному содержанию хлорсиланов (<2 ppm по HCl) и углеводородов (<25 ppm).
5	Содержание микрочастиц размером 0.1 мкм в газе после очистителя, шт.	-	-	-	1 штука на 1 нормальный литр газа.
6	Производительность, SLM	1	20	200	-

7.2. Требования в зависимости от специфики проекта.

№ п/п.	Наименование требования	Описание
1	Требования к составу технологического процесса.	В процессе разработки технологии сухой адсорбционной очистки водорода на основе многокомпонентного хемосорбента для удаления молекулярных примесей (HCl, SiCl₄, SiH₂Cl₂, CH₄, C₂H₄) после технологической линии CVD SiC:Al до уровня остаточной концентрации: HCl — <2 ppm, SiCl₄ — <2 ppm (в пересчете на HCl), SiH₂Cl₂ — <2 ppm (в пересчете на HCl), CH₄ — <25 ppm, C₂H₄ — <25 ppm (эффективность >99.9%) должны быть разработаны: •Технология получения многокомпонентной сорбционной матрицы на высокопористом отечественном носителе, допированном функциональными группами для увеличения хемосорбции лимитирующих примесей, для обеспечения селективного химического связывания хлоридов (HCl, SiCl₄, SiH₂Cl₂) и углеводородов (CH₄, C₂H₄) в стабильные неорганические соли и оксиды. Обязательным является исследование сорбционной емкости по каждому целевому компоненту для определения срока службы очистителя и подтверждения превышения ресурса поглотителя над аналогами на 30–50 %. Образование жидких отходов исключено. •Технология заполнения адсорбционного блока (из углеродистой стали с антикоррозионным покрытием или нержавеющей стали) сорбционной матрицей с

		обеспечением равномерной плотности засыпки для минимизации каналаобразования и поддержания рабочего перепада давления в допустимых пределах при максимальном потоке очищаемого водорода 200 л/ч. Технология заполнения должна обеспечивать модульность конструкции (основной блок, байпасный блок) и удобство замены отработанного сорбента. •Максимальный поток очищаемого водорода - 200 л/ч. •Соединения газовых магистралей должны быть изготовлены на VCR соединениях (торцевые соединения с металлическим уплотнением) или трубных обжимных фитингах по типу Swagelok для обеспечения максимальной герметичности при работе с водородом (взрывоопасный газ) и коррозионно-активными хлоридами (HCl, SiCl₄). Вся запорная арматура, контактирующая с технологическим газом, должна быть выполнена на базе пневматических диафрагменных клапанов. Внутренняя разводка и трубопроводы должны быть изготовлены из нержавеющей стали марки 316L. •Комплект технологической документации с literой «Т» на технологический процесс сухой хемосорбционной очистки водорода на выходе CVD процесса от молекулярных примесей: – Хлороводород (HCl) до уровня <2 ppm; – Тетрахлорсилан (SiCl₄) до уровня <2 ppm (в пересчете на HCl); – Дихлорсилан (SiH₂Cl₂) до уровня <2 ppm (в пересчете на HCl); – Метан (CH₄) до уровня <25 ppm; – Этилен (C₂H₄) до уровня <25 ppm. •Программа и методики предварительных испытаний экспериментального образца очистителя, включая: – проверку герметичности газового тракта в режиме опрессовки на гелии; – проверку срабатывания аварийной блокировки по превышению давления и автоматическому переходу на байпас; – проверку автоматического включения продувки азотом при внештатных ситуациях; – оценку сорбционной емкости по каждому целевому компоненту (HCl, SiCl₄, SiH₂Cl₂, CH₄, C₂H₄) на модельных газовых смесях. •Методики контроля качества очищенного водорода на уровне содержания регламентированных примесей: – HCl, SiCl₄, SiH₂Cl₂: газовая хроматография с масс-спектрометрическим детектированием (ГХ/МС) или ГХ с детектором по теплопроводности (ДТП/катарометр) высокого разрешения; FTIR-анализ или методика контроля с использованием электрохимического сенсора;
--	--	---

		– CH_4, C_2H_4: контроль с использованием газовой хроматографии с ПИД или ДТП в микроячейке, FTIR-анализ; – Водород (газ-носитель): контроль взрывобезопасности (датчики горючих газов) в зоне размещения оборудования. • Проект паспорта на комплекс очистки водорода, включающий основные сведения об изделии и технические данные, комплектность (модули основного и байпасного блоков), ресурсы и сроки службы (с указанием расчетной сорбционной емкости), гарантии, консервацию, свидетельство о приемке, упаковывании, специальные разделы по взрывобезопасности при работе с водородом и утилизации отработанного сорбента. • Эксплуатационную документацию на комплекс очистки, включая руководство по эксплуатации с описанием режимов работы НМИ-панели (ручной/автоматический, опрессовка, продувка), инструкцию по безопасной замене адсорбционного блока (с учетом водородной среды), регламент действий при авариях. • Программу и методики приемочных испытаний опытного образца комплекса очистки водорода на площадке Заказчика. Методика должна включать прогон тестовой смеси газов ($\text{HCl} + \text{SiCl}_4 + \text{CH}_4 + \text{C}_2\text{H}_4$ в водороде) в аттестованных баллонах с пассивированными стенками и подтверждением концентрации на выходе на уровне целевых значений (<2 ppm по HCl и хлорсиланам, <25 ppm по углеводородам) в течение не менее 30 минут при максимальном потоке 200 л/ч. • Технологический регламент безопасной замены и утилизации отработанного адсорбционного блока, включающий процедуры обращения с отходами, содержащими связанные хлориды металлов и продукты разложения хлорсиланов (класс опасности — III–IV). Примечание: Сорбент не регенерируется												
2	Требования к сырью и материалам.	Основные достигаемые характеристики по уровню очистки водорода представлены в таблице. Характеристики <table><tr><td>Примеси в очищенном газе:</td><td>Содержание</td></tr><tr><td>Хлороводород (HCl)</td><td>< 2 ppm</td></tr><tr><td>Тетрахлорсилан (SiCl_4)</td><td>< 2 ppm (в пересчете на HCl)</td></tr><tr><td>Дихлорсилан (SiH_2Cl_2)</td><td>< 2 ppm (в пересчете на HCl)</td></tr><tr><td>Метан (CH_4)</td><td>< 25 ppm</td></tr><tr><td>Этилен (C_2H_4)</td><td>< 25 ppm</td></tr></table>	Примеси в очищенном газе:	Содержание	Хлороводород (HCl)	< 2 ppm	Тетрахлорсилан (SiCl_4)	< 2 ppm (в пересчете на HCl)	Дихлорсилан (SiH_2Cl_2)	< 2 ppm (в пересчете на HCl)	Метан (CH_4)	< 25 ppm	Этилен (C_2H_4)	< 25 ppm
Примеси в очищенном газе:	Содержание													
Хлороводород (HCl)	< 2 ppm													
Тетрахлорсилан (SiCl_4)	< 2 ppm (в пересчете на HCl)													
Дихлорсилан (SiH_2Cl_2)	< 2 ppm (в пересчете на HCl)													
Метан (CH_4)	< 25 ppm													
Этилен (C_2H_4)	< 25 ppm													
3	Требования по эксплуатации, удобству	1. Содержание влаги в водороде на входе в блок очистки должно строго контролироваться с точкой росы не выше												

	технического обслуживания.	-40°C для исключения гидролиза хлорсиланов в газовой магистрали и снижения сорбционной емкости матрицы. 2. Все элементы, контактирующие с технологической средой (трубки, фитинги, клапаны), изготавливаются из нержавеющей стали 316L. 3. Финальная сборка, очистка и упаковка элементов газового тракта должны выполняться в чистом помещении класса не ниже ISO 4 (Класс 10 по FED-STD-209) для исключения внесения твердых частиц в прецизионную арматуру. 4. Азот для продувки должен иметь чистоту не менее 99.999% (класс 5.0) и точку росы не выше -60°C для гарантированного удаления водорода и осушки магистралей без образования конденсата.
4	Требования по ресурсосбережению.	Не предъявляются
5	Требования по безопасности.	Не предъявляются
6	Требования по видам обеспечения	1. Взрывопожарная безопасность при работе с водородом. 2. Контроль утечек газов. 3. Безопасная утилизация отработанного сорбента.
7	Требования стандартизации, унификации и каталогизации.	Не предъявляются

8. Требования к структуре, составу и объему выполняемых работ

№ п/п.	Наименование требования	Описание
1	Требования к исходным данным, которые должны использоваться при выполнении проекта.	По данным данным GII Research (отчёт QYResearch) мировой рынок систем газоочистки для полупроводниковой промышленности в 2024 году оценивался в 1,43 млрд долларов США, и, как ожидается, достигнет 2,72 млрд к 2031 году при среднегодовом темпе роста (CAGR) 9,1%. Драйвером такого роста является, в том числе, ужесточение экологических норм и расширение парка CVD-реакторов для производства чипов, силовой электроники и фотоэлектрических элементов. Лидирующие позиции в сегменте сухой хемосорбции занимают Edwards (Atlas Copco Vacuum Technique), Ebara (Япония) и CS Clean Solutions (Германия), совокупно контролирующие более 60% рынка, что затрудняет приобретение для отечественной промышленности. Химическое осаждение из газовой фазы (CVD) сопряжено с образованием сложной смеси побочных продуктов, состав которой принципиально зависит от прекурсоров. При осаждении кремния из трихлорсилана в водороде, помимо целевого HCl, в выхлопе методами ГХ/МС

	идентифицируются заметные количества SiCl_4 и SiH_2Cl_2, а также набор углеводородов — CH_4, C_2H_4, C_2H_6, C_3H_6 и C_2H_2, причём концентрации CH_4 и SiCl_4 являются доминирующими. Схожая картина наблюдается в кремниевой эпитаксии: SiHCl_3 и SiCl_4 в смеси с H_2 образуют на выходе HCl и непрореагировавшие хлорсиланы. Для улавливания указанных соединений компания CS Clean Solutions разработала многокомпонентные системы сухой хемосорбции, работающие по принципу необратимого связывания токсичных газов в стабильные твёрдые соли при комнатной температуре. Ключевые элементы подхода: гидроксиды щелочноземельных металлов — для нейтрализации кислых газов (HCl, Cl_2) и хемосорбции хлорсиланов с переводом хлора в неорганические хлориды. Для окислительного разложения углеводородов и металлоорганики применяются сильные окислители (например, перманганат калия) на пористом носителе. Отработанный сорбент не регенерируется и подлежит замене и утилизации. Edwards и Ebara специализируются преимущественно на сжигательных системах очистки, сутью которых является высокотемпературное ($>1000^\circ\text{C}$) окисление газов в пламени горелки с последующей мокрой очисткой продуктов сгорания. Применение сухой хемосорбции в процессах CVD-газоочистки дает производителям микроэлектроники несколько стратегических преимуществ перед системами сжигания. Во-первых, технология полностью исключает образование жидких токсичных стоков и необходимость в инфраструктуре водоподготовки, что радикально упрощает экологический менеджмент предприятия. Во-вторых, пассивный принцип работы при комнатной температуре устраняет эксплуатационные расходы на ископаемое топливо и электроэнергию, а также предотвращает образование вторичных загрязнителей. Наконец, модульная архитектура на основе сменных сорбционных колонн требует минимального технического обслуживания и может быть легко масштабирована под конкретный технологический процесс без капитальной перестройки выхлопных магистралей. Отечественные производители в сегменте сухой хемосорбции для микроэлектроники представлены ограниченно. Основные компетенции российских разработчиков сосредоточены в смежной области - производстве и поставке высокочистых газов, тогда как системы финишной очистки выхлопа CVD-
--	--

		реакторов остаются практически незаполненной нишей.
2	Требования к составу и объему теоретических исследований.	Изучены основные принципы технологии получения многокомпонентных хемосорбционных матриц (высокопористый отечественный носитель, допированный функциональными группами), исследованы последовательности протекающих химических реакций нейтрализации, гидролиза и окисления при взаимодействии сорбента с хлоридами (HCl, SiCl_4, SiH_2Cl_2) и углеводородами (CH_4, C_2H_4). Особое внимание уделено исследованию механизмов хемосорбции, а также анализу экзотермических эффектов, сопровождающих реакции окисления углеводородов и гидролиза хлорсиланов при комнатной температуре. Показано, что хемосорбция протекает с образованием стабильных неорганических солей и оксидов; образование жидких отходов исключено. Определены критические параметры для проведения исследований адсорбентов и разработки технологии формирования очищающего слоя, включая влияние фракционного состава гранул сорбента на газодинамическое сопротивление слоя (рабочий перепад давления в допустимых пределах при максимальном потоке водорода 200 л/ч) и динамическую емкость по каждому классу удаляемых примесей. Исследовано влияние на эффективность очистки и емкость сорбента соотношения активных компонентов, а также последовательности их размещения в слое для предотвращения локальных перегревов (установка аварийной блокировки 40–60 °С с автоматическим открытием клапана продувки азотом) и обеспечения полноты протекания химических реакций. Обязательным является исследование сорбционной емкости по каждому целевому компоненту (HCl, SiCl_4, SiH_2Cl_2, CH_4, C_2H_4) для определения срока службы очистителя и подтверждения превышения ресурса поглотителя над аналогами на 30 - 50 %. Сформированы заявки на приобретение требуемого аналитического оборудования для контроля качества очищенного водорода, включая: •газовый хроматограф с масс-спектрометрическим детектированием (ГХ/МС) или с детектором по теплопроводности (ДТП/катарометр) высокого разрешения для анализа HCl, SiCl_4, SiH_2Cl_2; •газовый хроматограф с пламенно-ионизационным детектором (ПИД) или ДТП в микроячейке для анализа CH_4 и C_2H_4;

		•Фурье-спектрометр (FTIR) для многокомпонентного анализа хлоридов и углеводородов; •электрохимические сенсоры для мониторинга HCl; •датчики горючих газов для контроля взрывобезопасности водорода в зоне размещения оборудования. Разработаны основная оснастка и узлы для проведения экспериментальных исследований, включая лабораторный реактор для тестирования сорбционных матриц на малых расходах водорода, стенд для испытаний с имитацией пиковых нагрузок по HCl, SiCl₄, CH₄ и C₂H₄, а также систему пробоподготовки для ГХ/МС и FTIR-анализа. Разработана технология заполнения адсорбционного блока (из углеродистой стали с антикоррозионным покрытием или нержавеющей стали) сорбционной матрицей с обеспечением равномерной плотности засыпки, модульности конструкции (основной блок, байпасный блок) и удобства замены отработанного сорбента. Сформирован перечень основных частей экспериментальной установки к их изготовлению и приобретению, сформирован лист закупки специальной технической оснастки и аналитического оборудования. Соединения газовых магистралей выполняются по стандарту VCR (торцевые соединения с металлическим уплотнением) с максимальной скоростью утечки гелия не более 1×10^{-9} станд. см³/с. Запорная арматура - на базе пневматических диафрагменных клапанов. Внутренняя разводка и трубопроводы - из электрополированной нержавеющей стали 316L (Ra ≤ 0.25 мкм).
3	Требования к составу, объему и качеству экспериментальных работ.	Разработан и продемонстрирован макет системы очистки (лабораторная адсорбционная колонка, заполненная сорбционной матрицей на основе высокопористого отечественного носителя, допированного функциональными группами) в реальном применении на потоке водорода с модельными смесями примесей (HCl, SiCl₄, SiH₂Cl₂, CH₄, C₂H₄). Прототип системы очистки испытан в условиях эксплуатации с выявлением критических параметров, требующих окончательной доработки для достижения целевых параметров, включая: •газодинамическое сопротивление слоя (подтверждение рабочего перепада давления в допустимых пределах при максимальном потоке 200 л/ч); •температурный профиль слоя при пиковых концентрациях хлоридов и углеводородов

		(контроль экзотермического разогрева, недопущение превышения уставки 40-60 °С); • сорбционную емкость по каждому целевому компоненту (HCl, SiCl₄, SiH₂Cl₂, CH₄, C₂H₄) для подтверждения заявленного ресурса поглотителя. Разработана и закуплена специальная техническая оснастка и основной комплект аналитического оборудования, включая газовый хроматограф с масс-спектрометрическим детектированием (ГХ/МС) и детектором по теплопроводности (ДТП) высокого разрешения для анализа хлоридов (HCl, SiCl₄, SiH₂Cl₂), газовый хроматограф с пламенно-ионизационным детектором (ПИД) для анализа углеводородов (CH₄, C₂H₄), Фурье-спектрометр (FTIR) для многокомпонентного анализа хлоридов и углеводородов, электрохимические сенсоры для непрерывного мониторинга HCl (диапазон 0.72-8 ppm, порог чувствительности < 0.5 ppm), а также датчики горючих газов для контроля взрывобезопасности водорода в зоне размещения оборудования. Изучены методы аналитического контроля параметров, включая прямой инструментальный анализ хлоридов и углеводородов методами ГХ/МС и FTIR. Разработаны основные подходы к технологии заполнения адсорбционного блока (из углеродистой стали с антикоррозионным покрытием или нержавеющей стали) многокомпонентной сорбционной матрицей с обеспечением равномерной плотности засыпки для минимизации каналообразования и монтажом входных и выходных газораспределительных сеток для удержания слоя сорбента. Технология заполнения обеспечивает модульность конструкции (основной блок, байпасный блок) и удобство замены отработанного сорбента. Определены основные критические параметры технологии по активации и кондиционированию очищающей среды, включая регламент обязательной продувки сухим азотом перед вводом в эксплуатацию и после каждого останова для предотвращения гидролиза остатков хлорсиланов и пассивации слоя. Проведена корректировка основных функциональных возможностей очищающей среды на основе хемосорбционных материалов: оптимизировано соотношение активных компонентов для достижения требуемой динамической емкости по хлоридам и углеводородам при сохранении газодинамического сопротивления в допустимых пределах. Разработана технология кондиционирования очищающей среды на основе смешанного или
--	--	--

			послойного размещения сорбционных компонентов. Экспериментально подтверждено, что сорбционная емкость матрицы превышает аналоги на 30 - 50 %. Изготовлен опытный образец системы очистки в составе шкафа управления и контроля, пневматического блока (клапаны и автоматика), основного и байпасного адсорбционных блоков. Проведены его испытания в условиях реального производства CVD SiC:Al с прогоном тестовой смеси $\text{HCl} + \text{SiCl}_4 + \text{CH}_4 + \text{C}_2\text{H}_4$ в водороде в течение не менее 60 минут при максимальном потоке 200 л/ч. Подтверждена остаточная концентрация примесей на выходе на уровне целевых значений (<2 ppm по HCl и хлорсиланам, <25 ppm по углеводородам) в течение всего периода испытаний. Проведены необходимые работы по корректировке технологии подготовки сорбционной матрицы, и выпущен опытный образец системы очистки, соответствующий требуемым параметрам очистки водорода для производства CVD SiC:Al от HCl, SiCl_4, SiH_2Cl_2, CH_4 и C_2H_4 до заявленных уровней концентрации с эффективностью $>99.9\%$. Разработаны программы и методики предварительных испытаний экспериментальной партии систем очистки. Газовая система выполнена на VCR соединениях (торцевые соединения с металлическим уплотнением) или трубными обжимными фитингами по типу Swagelok для обеспечения максимальной герметичности при работе с водородом (взрывоопасный газ) и коррозионно-активными хлоридами (HCl, SiCl_4).
4	Требования метрологическому обеспечению экспериментальных исследований.	к	Разработаны методики контроля качества очищенного водорода до уровня остаточной концентрации целевых примесей: $\text{HCl} <2$ ppm, $\text{SiCl}_4 <2$ ppm (в пересчете на HCl), $\text{SiH}_2\text{Cl}_2 <2$ ppm (в пересчете на HCl), $\text{CH}_4 <25$ ppm, $\text{C}_2\text{H}_4 <25$ ppm. Метрологическое обеспечение проводимых экспериментальных исследований должно соответствовать методам контроля уровня очистки водорода от указанных молекулярных примесей до установленных пороговых значений, с использованием аттестованных средств измерений и поверочных газовых смесей в баллонах с пассивированными стенками в соответствии с требованиями государственной системы обеспечения единства измерений. Контроль хлоридов (HCl, SiCl_4, SiH_2Cl_2) осуществляется методами газовой хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием (ГХ/МС) или с детектором по теплопроводности (ДТП)

		высокого разрешения, а также FTIR-анализом. Контроль углеводородов (CH_4 , C_2H_4) - методами газовой хроматографии с ПИД или ДТП в микроячейке, FTIR-анализом. Взрывобезопасность водорода (газа-носителя) контролируется датчиками горючих газов в зоне размещения оборудования.
5	Требования к разработке, изготовлению и испытаниям макетов (моделей, экспериментальных образцов), в зависимости от характера (специфики) выполняемого проекта и требований отраслевых стандартов.	Разработан проект паспорта на комплекс сухой очистки водорода, содержащий сведения, удостоверяющие гарантии изготовителя, значения основных параметров и характеристик (максимальный поток водорода 200 л/ч, эффективность очистки >99.9 %, остаточные концентрации HCl <2 ppm, SiCl_4 <2 ppm, SiH_2Cl_2 <2 ppm, CH_4 <25 ppm, C_2H_4 <25 ppm), комплектность (модули основного и байпасного блоков), ресурсы и сроки службы с указанием расчетной сорбционной емкости, а также сведения о сертификации, взрывобезопасности при работе с водородом и утилизации изделия. Разработан комплект технологической документации с литературой «Т» на технологический процесс сухой хемосорбционной очистки водорода для производства CVD SiC:Al от молекулярных примесей (HCl , SiCl_4 , SiH_2Cl_2 , CH_4 , C_2H_4). Разработан комплект конструкторской документации с литературой «Э» (эскизный проект) на изготовление комплекса очистки водорода, содержащий принципиальные конструктивные решения (модульная архитектура, основной и байпасный адсорбционные блоки, пневматический блок, шкаф управления), дающие общее представление о назначении, устройстве, принципе работы и габаритных размерах разрабатываемого изделия, а также данные, определяющие его основные параметры и специальные решения по обеспечению взрывопожарной безопасности. Изготовление опытной партии сорбционного материала (многокомпонентной хемосорбционной матрицы на основе высокопористого отечественного носителя, допированного функциональными группами) под контролем комиссии по приемке Заказчика. Изготовлена опытная партия комплексов очистки водорода (шкаф управления и контроля, пневматический блок, основной и байпасный адсорбционные блоки) под контролем комиссии по приемке Заказчика.
6	Требования к проведению патентных исследований.	Патентные исследования проводят в соответствии с ГОСТ Р 15.011, с оформлением отчёта о патентных исследованиях.
7	Требования к подготовке предложений	Проведение по результатам предварительных испытаний корректировки (при необходимости)

	(рекомендаций) по реализации результатов проекта.	конструкторской документации (КД) и технологической документации (ТД) на технологию изготовления комплекса сухой адсорбционной очистки водорода с требуемыми параметрами (эффективность > 99.9 %, остаточные концентрации: HCl <2 ppm, SiCl₄ <2 ppm, SiH₂Cl₂ <2 ppm, CH₄ <25 ppm, C₂H₄ <25 ppm, максимальный поток 200 л/ч). Разработаны технологии получения многокомпонентной хемосорбционной очищающей матрицы на основе высокопористого носителя, допированного функциональными группами для увеличения хемосорбции лимитирующих примесей с заданными характеристиками для создания системы очистки технического водорода для производства CVD SiC:Al, позволяющие сформировать требования к проведению в дальнейшем опытно-конструкторских работ. В итоге реализации данного технологического предложения должен быть разработан промышленный метод производства комплексов сухой очистки водорода с эффективностью удаления целевых примесей > 99.9 % и сорбционной емкостью, превышающей аналогии на 30–50 %. Соединения газовых магистралей — по стандарту VCR или обжимные фиттинги swagelok. Запорная арматура - пневматические диафрагменные клапаны. Внутренняя разводка и трубопроводы — из нержавеющей стали 316L. Конструкция предусматривает модульную архитектуру (основной блок, байпасный блок, шкаф управления) и специальные решения по взрывопожарной безопасности при работе с водородом.
8	Требования к предполагаемым результатам исследований и чем должна заканчиваться работа по теме.	Разработка процессов активации и кондиционирования очищающей среды на основе смешанного или послойного размещения сорбционных компонентов, включая регламент обязательной продувки сухим азотом перед вводом в эксплуатацию и после каждой остановки для предотвращения гидролиза остатков хлорсиланов (SiCl₄, SiH₂Cl₂) и пассивации слоя. Разработка методик заполнения адсорбционного блока из углеродистой стали с антикоррозионным покрытием (или нержавеющей стали) многокомпонентной сорбционной матрицей с обеспечением равномерной плотности засыпки для минимизации каналообразования и поддержания рабочего перепада давления в допустимых пределах при максимальном потоке водорода 200 л/ч, включая монтаж входных и выходных газораспределительных сеток для удержания слоя сорбента. Технология заполнения обеспечивает

		модульность конструкции (основной блок, байпасный блок) и удобство замены отработанного сорбента. Особое внимание уделено обеспечению взрывобезопасности на всех этапах работы с водородом. Получены результаты испытаний системы очистки в эпитаксиальном процессе наращивания сверхвысокоомного кремния, где в качестве источника кремния используются хлорсиланы (TCS, DCS), а в качестве газа-носителя - водород или инертный газ. Проведены соответствующие корректировки технологических параметров сорбционной матрицы с учетом реальных концентраций примесей в выхлопе эпитаксиального реактора. Выработаны требования на масштабирование систем очистки до потоков 300, 500 и 1000 л/мин (SLM) с сохранением заявленной эффективности очистки > 99.9%.
9	Требования к перечню (составу и видам) разрабатываемых документов.	Разработан проект спецификации на очиститель. Разработан комплект технологической документации с literой «Т». Разработаны программы и методики предварительных испытаний экспериментальной партии очистителя, представлен отчет по НИР: - комплект технологической документации с literой «Т»; - комплект конструкторской документации с literой «Э»; - программа и методики испытаний образца очистителя; - акты изготовления и испытания образцов очистителя; - протоколы испытаний очистителя; - утвержденный Организацией-заказчиком технологического предложения паспорт на очиститель. По каждому этапу должен быть разработан научно-технический отчет по ГОСТ 7.32.
10	Требования к порядку согласования с заказчиком разрабатываемых в проекте документов, в том числе программ и методик испытаний макетов (моделей, экспериментальных образцов, места проведения их испытаний и др.), конструкторской и другой технической документации	Разработаны программы и методики приемочных испытаний опытного образца очистителя. Изготовлена опытная партии очистителя под контролем комиссии по приемке Заказчика. Изготовлена опытная партия материала под контролем комиссии по приемке Заказчика. Проведена по результатам приемочных испытаний корректировка (при необходимости) КД и ТД на технологию изготовления очистителя. Согласование и утверждение паспорта и технических требований на очиститель.

11	Требования по обеспечению сохранения коммерческой тайны.	Между Организацией-исполнителем и Организацией-заказчиком технологического предложения составляется соглашение о неразглашении результатов исследования.
12	Требования по расчету планируемого экономического эффекта от реализации результатов проекта.	Не предъявляются.
13	Требования необходимости согласования ТЗ с головным научно- исследовательским институтом по виду техники (деятельности).	Не предъявляются.
14	Требования необходимости привлечения организации-рецензента и направления ОНТД на рецензию перед рассмотрением на НТС (секции НТС).	Не предъявляются

9. Порядок приемки проекта (этапов проекта)

9.1. Приемку научно-исследовательских работ проводят в соответствии с ГОСТ Р 15.101 «Система разработки и постановки продукции на производство. Порядок выполнения научно-исследовательских работ».

9.2. Программу приемки этапа исполнитель разрабатывает и согласует с заказчиком не позднее чем за 30 календарных дней до окончания этапа.

9.3. Приемку результатов каждого этапа проводят после представления промежуточного (заключительного) отчёта о НИР по ГОСТ 7.32, актов изготовления прототипов и экспериментальных образцов эпитаксиальных структур, протоколов их испытаний и измерений, а также отчётных документов, предусмотренных п. 8 настоящих технических требований.

9.4. Приемку проводит комиссия, включающая представителей АО «Эпиэл», координирующих реализацию технологического предложения, и представителей исполнителя.

9.5. Недостижение целевой точности одного из программных модулей не препятствует приёму остальных модулей.

9.6. Результатом приемки является заключение о результатах этапа НИР, подписанное руководителем АО «Эпиэл», и акт сдачи-приемки выполненных работ (этапа работ), подписываемый заказчиком и исполнителем.

10. Перечень научно-технической документации, регламентирующий выполнение поставленных заказчиком технологического предложения требований и проекта в целом

10.1. ГОСТ Р 15.101 «Система разработки и постановки продукции на производство. Порядок выполнения научно-исследовательских работ» порядок выполнения и приемки НИР.

10.2. ГОСТ 7.32 «Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления» -оформление промежуточных и заключительного отчётов.

10.3. ГОСТ Р 15.011 «Патентные исследования. Содержание и порядок проведения» - проведение патентных исследований и оформление отчёта.

10.4. Метрологическое обеспечение: Федеральный закон от 26.06.2008 № 102-ФЗ

«Об обеспечении единства измерений», ГОСТ Р 8.563 «Методики (методы) измерений», ГОСТ Р 8.568 «Аттестация испытательного оборудования».

10.5. ГОСТ Р ИСО 14644-1 «Чистые помещения и связанные с ними контролируемые среды. Часть 1. Классификация чистоты воздуха по концентрации частиц» - условия проведения ростовых и измерительных работ, хранения и транспортирования образцов.

10.6. ГОСТ Р 8.563 – Государственная система обеспечения единства измерений. Методики выполнения измерений.

10.7. Стандарты SEMI применяются справочно.

10.8. Эксплуатационная и технологическая документация заказчика на CVD-реактор и правила безопасного ведения работ с водородом и хлорсодержащими прекурсорами, действующие на площадке заказчика.

11. Дополнительные сведения (показатели)

11.1. Перечень создаваемых по итогам выполнения проекта прототипов (макет, лабораторный, экспериментальный, репрезентативный, опытный, контрольный образец гражданской продукции (продукта, товара), изготовленный по полученной (созданной или усовершенствованной) в рамках реализации Проекта технологии).

№ п/п	Прототип/образец	Вид образца	Краткое отличительное наименование образца
1	образец для производства ЭКБ	репрезентативный образец	Комплекс сухой хемосорбционной очистки отработанных процессных газов CVD эпитаксии.

11.2. Требуемый уровень готовности технологии (УГТ) по результатам выполнения проекта.

УГТ	6
Название уровня готовности технологии	Шестой уровень готовности технологий «Получение репрезентативного образца»
Описание основных характеристик уровня готовности технологии	изготовлен репрезентативный образец (полнофункциональный репрезентативный образец продукции на пилотной производственной линии). Подтверждены рабочие характеристики в условиях, приближенных к реальности. Проведена внешняя валидация.
Результаты, соответствующие уровню готовности технологии	инициатор должен изготовить репрезентативный образец на пилотной линии производства и подтвердить его рабочие характеристики посредством проведения внешней валидации продукции инвестором, потребителем или организацией, принимающей технологии, которая осуществляет оценку уровня готовности технологии (далее - организация, принимающая технологии). Инициатор может изменить порядок подготовки образцов и вместо репрезентативного образца выполнить условия седьмого уровня готовности технологий «Получение опытного образца», при этом в последующем подготовить репрезентативный образец, выполнив условия текущего уровня готовности технологий. Инициатор должен

	продемонстрировать функциональность репрезентативного образца в рамках внешней валидации и возможность интеграции технологий в производственный процесс организации, принимающей технологии; продемонстрировать работоспособность технологий для серийной разработки продукции; представить экспертной организации сведения о разработке репрезентативного образца и результаты проведения внешней валидации.
--	---

Технические требования (исходные данные) организации-заказчика технологического предложения

1. Код классификатора по направлению «Микроэлектроника»

11-241

2. Наименование технологического предложения

№ 26-90-00109

Интеллектуальная система оптимизации CVD-эпитаксии 4H-SiC на основе адаптивных алгоритмов и физически информированных моделей машинного обучения для снижения дефектности силовых структур.

3. Организация-заказчик технологического предложения

АО «Эпизэл»

4. Наименование проекта

№ 26-91-13002

Разработка технологии оптимизации CVD-эпитаксии низкодефектных слоёв 4H-SiC для карбид-кремниевой силовой электроники на основе адаптивных алгоритмов и моделей машинного обучения.

5. Финансирование проекта

Объем запрашиваемого финансирования проекта (тыс. рублей)			Планируемый объем софинансирования проекта (не менее 5%) (тыс. рублей)		
для 1 этапа	для 2 этапа	для 3 этапа	для 1 этапа	для 2 этапа	для 3 этапа
10 000	10 000	10 000	500	500	500

Вид научных исследований.

Проект предусматривает проведение **прикладных** научных исследований.

6. Задачи выполнения проекта

6.1. Анализ исходной технологии CVD-эпитаксии 4H-SiC/4H-SiC заказчика (хлорсилановая химия $\text{SiHCl}_3 + \text{C}_2\text{H}_4$, реактор с горячими стенками, подложки с разориентацией 4°). По его итогам исполнитель формализует задачу оптимизации: выделяет 4-6 значимых ростовых параметров, задаёт границы технологически допустимой области и перечень приборно-значимых дефектов, строит интегральную метрику качества ростового окна.

6.2. Разработка и программная реализация адаптивного многомерного оптимизатора ростовых режимов. Оптимизатор реализует последовательный дизайн эксперимента и должен работать при малом бюджете ростов, шумных и неравноточных откликах и жёстких ограничениях на допустимую область параметров.

6.3. Атомистическое моделирование дефектообразования в 4H-SiC: энергии зарождения и миграции базальных плоскостных дислокаций, дефектов упаковки шокли-типа и частичных дислокаций, критические напряжения при одно- и двухосном нагружении в плоскости (0001). Сюда же входит модель эволюции поверхности при послойно-ступенчатом росте, описывающая переход «step-flow -> step-bunching».

6.4. Модуль автоматизированного распознавания, классификации и подсчёта избранных типов дефектов 4H-SiC на оптических и SEM-изображениях. В случае недостатка объёма реальных данных исполнитель дополняет его процедурной генерацией синтетических изображений с автоматической разметкой.

6.5. Суррогатный предиктор плотности дефектов как функции вектора ростовых

параметров, с количественной оценкой неопределённости прогноза; предиктор обучают на расчётной или экспериментальной выборке.

6.6. Экспериментальная верификация. Сначала идёт адаптивная серия ростов 4H-SiC/4H-SiC под управлением оптимизатора - по её результатам локализуют окно пониженной дефектности; затем расширенная верификационная серия с полным диагностическим циклом и сравнением с базовым режимом заказчика.

6.7. Интеграция модулей в программный комплекс и испытания экспериментального образца в условиях, приближенных к реальным. Завершают работу технологические рекомендации, комплект документации и отчётные материалы, отвечающие УГТ 5.

7. Технические требования к материалу, предполагаемому к созданию (модернизации).

7.1. Ключевые характеристики, для подтверждения которых ставится проект

№ п/п	Наименование характеристики (параметра, показателя назначения), ед. измерения	Количественное значение характеристики Этап экспериментального подтверждения			Прим.
		1	2	3	
1	Размерность пространства одновременно оптимизируемых ростовых параметров, ед.	≥ 3	4-6	4-6	Температура подложки, давление в реакторе, отношения C/Si и Cl/Si, удельные расходы газовой смеси, и др. На этапе 1 работоспособность оптимизатора подтверждают на тестовых функциях и ретроспективных данных заказчика, на этапах 2 и 3 - в реальном ростовом эксперименте.
2	число ростовых процессов, необходимых для локализации окна с пониженной дефектностью, шт.	-	≤ 30	≤ 30	Нарастающим итогом по проекту. Для сравнения: перебор по ортогональной сетке в том же числе параметров требует 100-300 ростовых процессов, что отвечает сокращению их числа не менее чем в 3-5 раз.
3	Кратность снижения интегральной плотности приборно-значимых дефектов относительно базового режима заказчика, раз	-	≥ 1.2	≥ 1.5	Интегральная метрика - взвешенная сумма плотностей BPD, дефектов упаковки и иных поверхностных дефектов; веса

					согласуют с заказчиком на этапе 1.
4	Плотность базальных плоскостных дислокаций по ямкам селективного травления в расплаве КОН, см ⁻²	-	≤ 400	≤ 250	Базовый уровень технологии заказчика - 100-500 см ⁻² . Усреднение по пяти точкам пластины (центр и четыре периферийные) на образцах-спутниках. При начале работ базовый уровень уточняется с возможностью корректировки данных показателей.
5	Плотность треугольных дефектов и дефектов типа «carrot» по данным оптической инспекции, см ⁻²	-	≤ 35	≤ 25	Базовый уровень - 10-50 см ⁻² . Подсчёт по рабочей площади пластины за вычетом краевой зоны шириной 3 мм. При начале работ базовый уровень уточняется с возможностью корректировки данных показателей.
6	Точность (F-мера) автоматической сегментации и классификации избранных типов дефектов, % и отклонение автоматического подсчёта дефектов от эталонного ручного, %	-	≥ 75 / ≤ 25	≥ 80 / ≤ 15	На отложенной выборке изображений, не участвовавших в обучении. Целевые типы - ямки травления BPD/TED и треугольные дефекты. Отклонение подсчёта оценивают на той же выборке. Эталонную разметку делают два независимых оператора, с оценкой согласованности.
7	Средняя абсолютная ошибка прогноза суррогатной модели по десятичному логарифму плотности дефектов, ед. lg	-	-	≤ 1	На контрольных ростах, не входивших в обучающую выборку. Дополнительно проверяется калибровка неопределённости: доля покрытия 90 %-ного доверительного интервала - не менее 0.7.

8	Неоднородность толщины слоя по пластине, %	-	≤ 3	≤ 3	Не хуже показателей базового режима заказчика при толщине слоя 10-30 мкм; контроль по пяти точкам. При начале работ базовый уровень уточняется с возможностью корректировки данных показателей.
9	Воспроизводимость результата: относительное отклонение дефектности по трём повторным ростам в найденной точке, %	-	-	≤ 30	Повторные процессы роста ставят в разные дни на подложках одной партии. Показатель подтверждает, что достигнутое снижение дефектности не является случайным разбросом партии подложек или дрейфом состояния реактора.

7.2. Требования в зависимости от специфики проекта.

№ п/п.	Наименование требования	Описание
1	Требования назначения (функциональные)	По совокупности выполненных ростов и измеренных дефектных откликов комплекс должен выдавать очередную точку ростового эксперимента в пределах заданной допустимой области, точечную оценку плотностей целевых типов дефектов с доверительным интервалом и результат автоматической сегментации, классификации и подсчёта дефектов на изображениях. Оптимизатор должен работать, начиная с 8-10 экспериментальных точек. Допускается пакетная (batch) постановка эксперимента, когда за один цикл комплекс предлагает сразу несколько режимов. Модель отклика должна допускать масштабирование по осям параметров. Правило выбора очередной точки должно учитывать ограничения допустимой области, а не отбраковывать недопустимых кандидатов после генерации.
2	Требования к условиям применения	Алгоритмы должны быть применимы к процессу роста на действующем CVD-реакторе с горячими стенками, хлорсилановая химия $\text{SiHCl}_3 + \text{C}_2\text{H}_4$ в водороде, температуры 1550-1650 °C, подложки 4H-SiC диаметром 150 мм с разориентацией 4° к направлению $\langle 11\text{-}20 \rangle$, толщины эпитаксиальных слоёв 10-30 мкм, скорости роста, принятые в технологии заказчика. Ростовый оптимизатор рассчитан на работу технолога

		заказчика на автономном рабочем месте без участия разработчиков.
3	Требования технологической безопасности предлагаемых режимов	Границы по расходам SiHCl_3 , C_2H_4 , HCl и H_2 , давлению, температуре и скорости вращения подложкодержателя задаёт заказчик исходя из возможностей аппаратуры; нарушить их алгоритм не может. Шаг по параметрам между последовательными ростоми комплекс ограничивает сам, исключая резкий переход в неисследованную область. Отдельно задают запретные подобласти - зоны газофазного зародышеобразования и режимы с повышенным травлением графитовой оснастки. Все росты, поставленные по рекомендациям комплекса, должны укладываться в установленные ограничения.
4	Требования к программной среде и импортонезависимости	Исполнение на ЭВМ общего назначения под управлением ОС семейства Windows, без обязательного доступа к сети «Интернет» и без применения зарубежных лицензионно-ограниченных пакетов (Sentaurus TCAD). Расчётные и оптимизационные модули исполнитель строит на открытых библиотеках с совместимыми лицензиями. Атомистические расчёты для тренировки моделей он ведёт на собственных вычислительных ресурсах.
5	Требования к данным и интероперабельности	Оптимизатор ведёт единую базу данных «ростовые параметры -> измеренные плотности дефектов» в открытых форматах (CSV, HDF5). Комплекс должен иметь возможность импортировать сведения о ростовых процессах и результаты измерений заказчика или вводить вручную. Структуру базы исполнитель документирует и передаёт заказчику.
6	Требования к воспроизводимости и протоколированию	Комплекс должен воспроизводить результаты расчётов при фиксированном состоянии генератора случайных чисел и указанной версии модели. В журнал попадают все предложенные и фактически выполненные режимы, а также значения функций выбора очередной точки. По каждому обученному предиктору сохраняют метрики качества на отложенной выборке.
7	Требования к продукции, получаемой по оптимизированной технологии	Эпитаксиальные структуры 4H-SiC , выращенные в найденных режимах, должны сохранять пригодность к штатному приборному маршруту: тип и уровень легирования дрейфового слоя, его толщина и однородность - в пределах, согласованных с заказчиком; хранение и транспортирование образцов - в кассетах в чистых помещениях и в инертной среде.
8	Требования к быстродействию вычислительным ресурсам	Очередную точку ростового эксперимента и прогноз плотности дефектов комплекс выдаёт на рабочей станции заказчика не дольше чем за час и без обращения к внешним вычислительным ресурсам. Ресурсоёмкие атомистические расчёты и обучение нейросетевых моделей исполнитель ведёт на своих мощностях; заказчику он передаёт уже обученные модели.

9	Требования масштабируемости решения	Архитектура комплекса должна допускать перенос на другой реактор той же химии и на подложки диаметром 200 мм путём перенастройки границ допустимой области и дообучения суррогатной модели, без изменения ядра алгоритмов оптимизации и распознавания.
10	Состав и форма поставки научно-технической продукции	Исполнитель передаёт заказчику дистрибутив программного комплекса, устанавливаемый на его рабочем месте, вместе с лицензией на использование, обученными моделями, программной документацией и методическими рекомендациями. Комплекс должен работать самостоятельно: при эксплуатации обращения к вычислительным ресурсам или сервисам исполнителя не требуется.
11	Способ взаимодействия с технологическим оборудованием	Комплекс должен работать как автономный советчик, в разомкнутом контуре. Прямое управление ростовым оборудованием, встраивание в систему управления реактора и изменение управляющих программ в объём проекта не входят. Обмен с технологическим маршрутом заказчика идёт файлами или ручным вводом: на входе - журнал ростового процесса и протоколы диагностики в согласованном формате, на выходе - таблица уставок рекомендуемого режима и прогноз плотностей дефектов с доверительным интервалом. Ставить рекомендованный режим или нет, решает технолог заказчика.
12	Архитектура комплекса и потоки данных между модулями	Модули комплекса связаны по данным, но жёсткой последовательности не образуют. Атомистические модули поставляют суррогатному предиктору дополнительные признаки - энергии зарождения и миграции дефектов, критические напряжения, признак перехода «step-flow -> step-bunching» при заданных температуре, скорости осаждения и отношении C/Si и т.д. При отключённом атомистическом контуре оптимизатор и суррогатный предиктор продолжают работать на одних экспериментальных данных: атомистические дескрипторы уточняют прогноз там, где эксперимент покрывает пространство параметров слабо, но обязательным входом не являются. Модуль распознавания дефектов точно так же заменим ручной разметкой изображений.

8. Требования к структуре, составу и объёму выполняемых работ

№ п/п.	Наименование требования	Описание
1	Требования к исходным данным, которые должны использоваться при выполнении проекта.	До начала работ заказчик передаёт исполнителю: - конструктивные и паспортные данные CVD-реактора - тип и геометрию зоны роста, допустимые диапазоны и дискретность регулирования температуры, давления, расходов H_2 , $SiHCl_3$, C_2H_4 и HCl , скорость вращения подложкодержателя, реализуемые профили нагрева и охлаждения;

		- базовый технологический режим роста слоёв 4H-SiC толщиной 10-30 мкм и статистику по нему не менее чем по десяти ростовым процессам с результатами диагностики; - паспортные характеристики применяемых подложек 4H-SiC: диаметр, разориентацию, тип и уровень легирования, а также плотности BPD, TSD, TED и микропайпов по данным поставщика (при наличии); - действующие методики контроля толщины, уровня легирования, морфологии поверхности и плотности дефектов вместе с форматами протоколов измерений и имеющимися архивами изображений оптической инспекции и селективного травления; - справку о том, какие плотности дефектов слоев достигнуты в базовом режиме роста; - перечень технологических и эксплуатационных ограничений, выход за которые недопустим по условиям безопасности и сохранности оборудования. Всё остальное исполнитель определяет сам: межатомные потенциалы и параметры атомистических моделей, литературные значения энергий образования и миграции дефектов, наборы изображений для предобучения нейросетевых моделей.
2	Требования к составу и объему теоретических исследований.	В состав теоретических исследований входят: - формализация пространства ростовых параметров (4-6 осей) и построение интегральной приборно-значимой метрики дефектности слоя; - алгоритм последовательного дизайна эксперимента для шумных откликов при ограниченной допустимой области и малом бюджете ростов: выбор модели отклика, функции полезности и правила останова, оценка ожидаемого числа итераций до локализации окна; - молекулярно-динамическое описание зарождения и миграции базальных плоскостных дислокаций, дефектов упаковки шокли-типа и частичных дислокаций в 4H-SiC, включая критические напряжения при одно- и двухосном растяжении и сжатии в плоскости (0001); - модель эволюции поверхности при послойно-ступенчатом росте грани (0001) с разориентацией 4°, воспроизводящая переход от ступенчатого роста к эшелонированию ступеней при изменении температуры, скорости осаждения и соотношения потоков адатомов C и Si. Отдельно исполнитель обосновывает архитектуры двух обучаемых блоков. Для суррогатного предиктора плотности дефектов - вместе с

		количественной оценкой неопределённости. Для нейросетевых моделей сегментации и классификации дефектов - вместе со способом формирования обучающей выборки из экспериментальных или процедурно генерируемых синтетических изображений с автоматической разметкой. Прочие вопросы теоретической части исполнитель определяет сам.
3	Требования к составу, объёму и качеству экспериментальных работ.	Экспериментальную часть выполняют на подложках 4H-SiC диаметром 150 мм с разориентацией 4° при толщинах слоёв 10-30 мкм и распределяют по этапам так. Этап 1: согласование базового режима и границ допустимой области параметров; опорные ростовые процессы по исходной технологии заказчика (не менее трёх) с полным диагностическим циклом для формирования базовой линии сравнения; формирование стартового аннотированного набора изображений. Этап 2: адаптивная серия из 15-25 ростовых процессов под управлением оптимизатора с первичной локализацией окна пониженной дефектности. Этап 3: расширенная верификационная серия (не менее десяти ростовых процессов) в локализованном окне, в том числе повторные росты в точке наилучшего режима (не менее трёх) для оценки воспроизводимости результата. Образцы проходят оптическую инспекцию поверхности, селективное травление образцов-спутников в расплаве КОН с подсчётом и классификацией дефектов, растровую электронную микроскопию характерных дефектных областей, рамановское картирование и профилометрию. Измерения выполняют не менее чем в пяти точках пластины по согласованной схеме. Сопоставление плотностей ямок травления в подложке и в слое даёт оценку доли преобразования базальных плоскостных дислокаций в краевые пороговые на гетерогранице подложка/слой. Чтобы дрейф состояния оборудования не исказил результат, порядок постановки режимов в адаптивной серии рандомизируют. Регламент подготовки поверхности подложек, in-situ травления и кондиционирования реактора на время серии не меняют, а при вынужденном изменении оформляют новую конфигурацию с отдельной калибровочной точкой. Нарботку графитовой оснастки и SiC-покрытия, номера партий подложек и прекурсоров с их паспортной чистотой заносят в

		базу данных как сопутствующие признаки каждого роста. Все режимы, результаты измерений и изображения попадают в единую базу данных проекта с привязкой к номеру ростового процесса. Ростовые процессы заказчик выполняет своими силами, на своём оборудовании и подложках, по рекомендациям исполнителя и согласованной программе. Реактор для CVD-эпитаксии 4H-SiC действующий, размещён на производственной площадке АО «Эпиэл». Ростовое время в объёме согласованной программы этапа предоставляет заказчик.
4	Требования метрологическому обеспечению экспериментальных исследований.	к Средства измерений должны быть утверждённых типов в соответствии с ГОСТ Р 8.568. Применяют стандартизованные методики измерений. Методику подсчёта плотности дефектов исполнитель разрабатывает и согласует с заказчиком. В методике оговаривают подготовку образцов, режим селективного травления, площадь и число контролируемых полей, правила классификации ямок травления и поверхностных дефектов, порядок статистической обработки. Для подсчёта дефектов оценивают повторяемость и воспроизводимость, в том числе при сопоставлении ручного и автоматического подсчёта. Основные количественные значения ключевых характеристик п. 7 приводят с указанием погрешности.
5	Требования к разработке, изготовлению и испытаниям макетов (моделей, экспериментальных образцов), в зависимости от характера (специфики) выполняемого проекта и требований отраслевых стандартов.	Этап 1: исполнитель изготавливает и испытывает лабораторный образец программного комплекса в составе адаптивного оптимизатора и расчётного контура. Испытания идут на тестовых функциях или ретроспективных данных заказчика; подтверждают работу в пространстве не менее трёх параметров при заданных ограничениях. Этап 2: лабораторный образец дополняют модулем распознавания дефектов и испытывают на реальных изображениях. Изготавливают экспериментальные образцы эпитаксиальных структур адаптивной серии с подтверждением характеристик 2–6 и 8 п. 7. Этап 3: приёмочным испытаниям подвергают экспериментальный образец программного комплекса, в котором присутствуют оптимизатор, атомистический расчётный контур, суррогатный предиктор и модуль распознавания дефектов; изготавливают экспериментальные образцы эпитаксиальных структур 4H-SiC, полученные в оптимизированном режиме. Внутреннюю валидацию экспериментального образца проводят в условиях, приближенных к реальным: на действующем CVD-реакторе заказчика, на штатных подложках и с применением

		штатных методик контроля, вне серийного производственного процесса, что отвечает требованиям УГТ 5. Испытания идут по программам и методикам, согласованным с заказчиком, с оформлением протоколов и актов.
6	Требования к проведению патентных исследований.	Патентные исследования проводят в соответствии с ГОСТ Р 15.011, с оформлением отчёта о патентных исследованиях. Тематический поиск ведут по фондам Российской Федерации по рубрикам МПК C30B 25/00, C30B 29/36, H01L 21/02 и G06N глубиной не менее десяти лет. На этапе 3 поиск актуализируют, оценивают патентоспособность и патентную чистоту созданных решений, готовят материалы для государственной регистрации программ для ЭВМ и, при выявлении патентоспособных технических решений - предложения по подаче заявок на изобретения.
7	Требования к подготовке предложений (рекомендаций) по реализации результатов проекта.	По результатам проекта исполнитель готовит методические рекомендации по применению программного комплекса при выборе режимов CVD-роста 4H-SiC, направленных на снижение приборно-значимой дефектности, с описанием порядка задания ограничений и ведения базы данных. К ним он прилагает предложения по встраиванию комплекса в маршрут технологической подготовки производства заказчика - с точками диагностического контроля и порядком пополнения обучающей выборки.
8	Требования к предполагаемым результатам исследований и чем должна заканчиваться работа по теме.	Проект даёт: - программный комплекс оптимизации режимов CVD-эпитаксии 4H-SiC (экспериментальный образец) в составе адаптивного многомерного оптимизатора ростовых режимов, модулей атомистического моделирования дефектообразования и эволюции поверхности, суррогатного предиктора плотности дефектов с оценкой неопределённости и модуля автоматизированного распознавания дефектов на изображениях; - базу расчётных / экспериментальных данных «ростовые параметры - измеренные плотности дефектов» и построенные карты «режим CVD - плотности доминирующих типов дефектов» в окне технологически допустимых параметров; - экспериментальные образцы эпитаксиальных структур 4H-SiC, в которых интегральная плотность приборно-значимых дефектов снижена не менее чем в 1.5 раза относительно базового режима заказчика; - методические рекомендации по росту образцов и применению комплекса.

		Работу по теме завершают приёмочные испытания экспериментального образца программного комплекса по согласованной программе и методике. Исполнитель передаёт заказчику дистрибутив комплекса с лицензией на работу, программную документацию и методические рекомендации и оформляет заключительный научно-технический отчёт по ГОСТ 7.32.
9	Требования к перечню (составу и видам) разрабатываемых документов.	Исполнитель разрабатывает и передаёт заказчику: - научно-технические отчёты по результатам каждого этапа (промежуточные) и по проекту в целом (заключительный), оформленные по ГОСТ 7.32; - комплект программной документации; - программы и методики испытаний прототипов и методика измерения плотности дефектов; - протоколы испытаний и измерений, акты изготовления прототипов и экспериментальных образцов эпитаксиальных структур; - отчёт о патентных исследованиях по ГОСТ Р 15.011; - методические рекомендации по применению комплекса и по росту образцов.
10	Требования к порядку согласования с заказчиком разрабатываемых в проекте документов, в том числе программ и методик испытаний макетов (моделей, экспериментальных образцов, места проведения их испытаний и др.), конструкторской и другой технической документации	Согласованию с заказчиком подлежат базовый технологический режим и границы допустимой области ростовых параметров, перечень контролируемых параметров и весовые коэффициенты интегральной метрики дефектности, программы и методики испытаний прототипов, состав программной документации. Ростовые эксперименты и штатный контроль эпитаксиальных структур проводят на площадке заказчика, расчётные работы и испытания программного комплекса, а также ряд аналитических исследований образцов - на площадке исполнителя. Иные места проведения испытаний согласуют дополнительно. Стороны назначают уполномоченных представителей, ответственных за согласование документов и координацию работ.
11	Требования по обеспечению сохранения коммерческой тайны.	Сведения о базовом технологическом режиме, конструктивных особенностях и эксплуатационных ограничениях реактора, а также результаты измерений, переданные заказчиком, не подлежат раскрытию третьим лицам. Публикации и доклады исполнитель согласует с заказчиком не позднее чем за 10 календарных дней до подачи или обнародования. Права на результаты интеллектуальной деятельности принадлежат Исполнителю.
12	Требования по расчету планируемого	Не предъявляются.

	экономического эффекта от реализации результатов проекта.	
13	Требования необходимости согласования ТЗ с головным научно- исследовательским институтом по виду техники (деятельности).	Не предъявляются.
14	Требования необходимости привлечения организации-рецензента и направления ОНТД на рецензию перед рассмотрением на НТС (секции НТС).	Не предъявляются

9. Порядок приемки проекта (этапов проекта)

9.1. Приемку научно-исследовательских работ проводят в соответствии с ГОСТ Р 15.101 «Система разработки и постановки продукции на производство. Порядок выполнения научно-исследовательских работ».

9.2. Программу приемки этапа исполнитель разрабатывает и согласует с заказчиком не позднее чем за 30 календарных дней до окончания этапа.

9.3. Приемку результатов каждого этапа проводят после представления промежуточного отчёта о НИР по ГОСТ 7.32, актов изготовления прототипов и экспериментальных образцов эпитаксиальных структур, протоколов их испытаний и измерений, а также отчётных документов, предусмотренных п. 8 настоящих технических требований.

9.4. Приемку проводит комиссия, включающая представителей АО «Эпиэл», координирующих реализацию технологического предложения, и представителей исполнителя.

9.5. Недостижение целевой точности одного из программных модулей не препятствует приёму остальных модулей.

9.6. Результатом приемки является заключение о результатах этапа НИР, подписанное руководителем АО «Эпиэл», и акт сдачи-приемки выполненных работ (этапа работ), подписываемый заказчиком и исполнителем.

10. Перечень научно-технической документации, регламентирующий выполнение поставленных заказчиком технологического предложения требований и проекта в целом

10.1. ГОСТ Р 15.101 «Система разработки и постановки продукции на производство. Порядок выполнения научно-исследовательских работ» - порядок выполнения и приемки НИР.

10.2. ГОСТ 7.32 «Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления» - оформление промежуточных и заключительного отчётов.

10.3. ГОСТ Р 15.011 «Патентные исследования. Содержание и порядок проведения» - проведение патентных исследований и оформление отчёта.

10.4. Метрологическое обеспечение: Федеральный закон от 26.06.2008 № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений», ГОСТ Р 8.563 «Методики (методы) измерений», ГОСТ Р 8.568 «Аттестация испытательного оборудования».

10.5. ГОСТ Р ИСО 14644-1 «Чистые помещения и связанные с ними контролируемые среды. Часть 1. Классификация чистоты воздуха по концентрации частиц» - условия проведения ростовых и измерительных работ, хранения и транспортирования образцов.

10.6. Стандарты SEMI на карбидокремниевые подложки и эпитаксиальные структуры применяются справочно в части терминологии типов дефектов, схем разметки пластин и методов выявления дефектов при отсутствии национальных аналогов.

10.7. Эксплуатационная и технологическая документация заказчика на CVD-реактор и правила безопасного ведения работ с водородом и хлорсодержащими прекурсорами, действующие на площадке заказчика.

11. Дополнительные сведения (показатели)

11.1. Перечень создаваемых по итогам выполнения проекта прототипов (макет, лабораторный, экспериментальный, репрезентативный, опытный, контрольный образец гражданской продукции (продукта, товара), изготовленный по полученной (созданной или усовершенствованной) в рамках реализации Проекта технологии).

№ п/п	Прототип/образец	Вид образца	Краткое отличительное наименование образца
1	прототип ЭКБ	лабораторный образец	Комплекс «Оптимизатор CVD 4H-SiC», лабораторный образец. Программный комплекс адаптивной оптимизации режимов CVD-эпитаксии 4H-SiC в составе оптимизатора и расчётного контура (этапы 1-2).
2	прототип ЭКБ	экспериментальный образец	Комплекс «Оптимизатор CVD 4H-SiC», экспериментальный образец. Программный комплекс адаптивной оптимизации режимов CVD-эпитаксии 4H-SiC, модули суррогатного прогноза плотности дефектов и распознавания дефектов на изображениях (этап 3).
3	образец для производства ЭКБ	репрезентативный образец	Эпитаксиальные структуры 4H-SiC/4H-SiC толщиной 10-30 мкм на подложках диаметром 150 мм, выращенные в режимах, найденных с применением комплекса. Структуры 4H-SiC с пониженной плотностью приборно-значимых дефектов.

11.2. Требуемый уровень готовности технологии (УГТ) по результатам выполнения проекта .

УГТ	5
Название уровня готовности технологии	Пятый уровень готовности технологий «Получение экспериментального образца»
Описание основных характеристик уровня готовности технологии	изготовлен и испытан экспериментальный образец (образец продукции, обладающий основными признаками намечаемой к разработке продукции, изготавливаемый в целях проверки предлагаемых решений и уточнения отдельных характеристик для использования их при разработке этой продукции) в реальном масштабе по полупромышленной (осуществляемой в условиях производства, но не

	являющейся частью производственного процесса) технологии, воспроизведены основные внешние условия. Проведено внутреннее подтверждение посредством представления объективных свидетельств того, что требования, предназначенные для конкретного использования или применения, выполнены (далее - валидация). Под валидацией в том числе может подразумеваться клиническое исследование или клиническое испытание. Интегрированы основные элементы экспериментального образца с элементами технологии.
Результаты, соответствующие уровню готовности технологии	инициатор должен изготовить экспериментальный образец и провести его внутреннюю валидацию в условиях, приближенных к реальным. Допустимо воспроизведение условий не в полном объеме, поскольку это не окажет влияния на основные функции продукции и план валидации. Инициатор должен: - осуществлять валидацию по технологии в условиях производства, которая не является частью производственного процесса; - воспроизвести при испытаниях основные внешние условия, включая окружающую среду, которые предполагаются при эксплуатации продукции; - интегрировать основные элементы экспериментального образца продукции с другими элементами технологии в целях повышения производительности и качества операций, а также снижения эксплуатационных затрат; - представить экспертной организации сведения о разработке экспериментального образца продукции и результаты проведения внутренней валидации экспериментального образца.

Технические требования (исходные данные) организации-заказчика технологического предложения

1. Код классификатора по направлению «Микроэлектроника»

11-412

2. Наименование технологического предложения

№ 26-90-00112

Разработка технологии снижения дрейфов измерительных интерферометров на основе ниобата лития за счет физико-технологических способов модификации подложек и методов цифровой компенсации дрейфов.

3. Организация-заказчик технологического предложения

ПАО «ЛНППК»

4. Наименование проекта

№ 26-91-13034

Разработка технологии повышения точности и робастности интегрально-оптического датчика напряжения на основе ниобата лития.

5. Финансирование проекта

Объем запрашиваемого финансирования проекта (тыс. рублей)			Планируемый объем софинансирования проекта (не менее 5%) (тыс. рублей)		
для 1 этапа	для 2 этапа	для 3 этапа	для 1 этапа	для 2 этапа	для 3 этапа
30 000	30 000	30 000	1 500	1 500	1 500

Вид научных исследований.

Проект предусматривает проведение **прикладных** научных исследований.

6. Задачи выполнения проекта

6.1. Проведение патентных исследований.

6.2. Исследование механизмов дрейфа оптических характеристик интерферометров на основе ниобата лития LiNbO_3 . Разработка математических моделей дрейфовых процессов в интерферометрах на LiNbO_3 .

6.3. Разработка и исследование физико-технологических методов модификации подложек LiNbO_3 с целью снижения собственных дрейфов материала, включая термическую обработку в восстановительной среде, легирование и протонный обмен.

6.4. Разработка алгоритмов цифровой компенсации дрейфов на основе дифференциальной схемы измерения (канал датчика и эталонный канал), включая IQ-демодуляцию, фазовую демодуляцию с развёрткой фазы, параметрические методы и адаптивную фильтрацию.

6.5. Разработка программ и методик испытаний экспериментальных и репрезентативных образцов, согласованных с организацией-заказчиком.

6.6. Разработка и изготовление экспериментальных образцов:

- многоканальное устройство опроса (на базе архитектуры STM-32 и FPGA) с опорным интерферометром на основе LiNbO_3 ;

- интерферометрический датчик электрического напряжения на основе LiNbO_3 .

6.7. Верификация разработанных физико-технологических и цифровых методов компенсации дрейфов на экспериментальных образцах. Подготовка протокола и акта испытаний.

6.8. Изготовление репрезентативных образцов:

- многоканальное устройство опроса с опорным интерферометром на основе LiNbO_3 ;
- интерферометрический датчик электрического напряжения на основе LiNbO_3 .

6.9. Верификация разработанных физико-технологических и цифровых методов компенсации дрейфов на репрезентативных образцах. Подготовка протокола и акта испытаний.

6.10. Разработка методики метрологической аттестации измерительного канала.

6.11. Разработка рекомендаций для дальнейшего повышения точности и робастности.

6.12. Проведение мероприятий по обеспечению защиты результатов интеллектуальной деятельности, полученных в рамках выполнения проекта.

7. Технические требования к материалу, предполагаемому к созданию (модернизации).

7.1. Ключевые характеристики, для подтверждения которых ставится проект

№ п/п	Наименование характеристики (параметра, показателя назначения), ед. измерения	Количественное значение характеристики Этап экспериментального подтверждения			Прим.
		1	2	3	
1	Рабочий диапазон длин волн, нм	от 1500 до 1600	от 1500 до 1600	от 1500 до 1600	-
2	Погонные потери в прямом волноводе, дБ/см, не более	4,0	3,5	3,0	Не учитывается падение мощности при вводе/выводе излучения
3	Температурный дрейф оптических вносимых потерь, дБ/°C, не более	-	0,02	0,02	Температурный дрейф оптических вносимых потерь, дБ/°C, не более
4	Полуволновое напряжение на постоянном сигнале, В, не более	-	5	5	
5	Удельное электросопротивление (пироэлектрическая защита), Ом·см	от 10^{10} до 10^{12}	от 10^{10} до 10^{12}	от 10^{10} до 10^{12}	
6	Дрейф оптической разности хода интерферометра в НКУ, мкм/мин, не более	-	0,2	0,2	Величина дрейфа, которая может быть скомпенсирована
7	Температурный дрейф оптической разности хода интерферометра, мкм/°C, не более	-	-	0,1	Величина дрейфа, которая может быть скомпенсирована
8	Поляризационная экстинкция, дБ, не менее	10	10	10	
9	Частота опроса, Гц	-	500	от 500	

				до 5000	
10	Приведенная погрешность измерительного канала, %	-	1,0	0,5	

7.2. Требования в зависимости от специфики проекта.

№ п/п.	Наименование требования	Описание
1	Требования к обеспечению качества на стадии производства	На предприятии-изготовителе должна быть создана и функционировать система менеджмента качества ГОСТ Р ИСО 9001.
2	Требования надежности	Изделия должно обеспечивать среднюю наработку до отказа не менее 10 000 часов в пределах установленного срока службы – 3 года.
3	Требования к метрологическому обеспечению	Средства измерений, используемые при приемке изделий, должны быть поверены или калиброваны. Испытательное оборудование, используемое при приемке изделий, должно быть аттестовано в соответствии с порядком, установленным ГОСТ Р 8.568.
4	Транспортирование и хранение	Условия транспортировки в части воздействия механических факторов – Ж по ГОСТ 23216. Условия транспортировки в части воздействия климатических факторов – УХЛ-1 по ГОСТ 15150.
5	Требования стойкости к внешним воздействующим факторам	Изделия должны выполнять заданные функции и сохранять рабочие значения параметров при воздействии и после воздействия: - механических факторов на изделие согласно группе исполнения М1 по ГОСТ 25467; - климатических факторов согласно виду исполнения УХЛ для категории изделий 4.1 по ГОСТ 15150.
6	Требования к составу технологического процесса	Разрабатываемая технология модификации подложек ниобата лития с заданными характеристиками должна быть легко встраиваема в технологический цикл предприятия Заказчика.
7	Требования к сырью и материалам	Требования к исходным пластинам (ниобат лития): - производства Фомос-Материалы (Россия) или SQT (Китай); - внешний диаметр – 4 дюйма ($100 \pm 0,2$ мм); - ориентация – Х-срез; - толщина – 1 мм; - качество полировки – оптическое.
8	Требования по эксплуатации, удобству технического обслуживания	Должны быть предусмотрены меры, исключаяющие возможность ошибок при монтаже.
9	Требования по ресурсосбережению	Не предъявляются
10	Требования по безопасности	В конструкции изделия не допускается применение взрывоопасных комплектующих элементов и радиоактивных веществ. Общие требования безопасности по ГОСТ 12.3.002.

		Требования по уровню пожарной опасности по ГОСТ Р 12.3.047. Требования по классу опасности вредных веществ по ГОСТ 12.1.007. В процессе эксплуатации изделие химических, механических, радиационных, электромагнитных, термических и биологических воздействий на окружающую среду не оказывает. Требования к изделию по перечисленным факторам воздействия не предъявляются.
--	--	--

8. Требования к структуре, составу и объему выполняемых работ

№ п/п.	Наименование требования	Описание
1	Требования к исходным данным, которые должны использоваться при выполнении проекта.	Исходные данные должны охватывать опубликованные результаты исследований по тематике проекта, включая исследования мировых научных и научно-технологических центров, а также результаты исследований, выполненных в РФ и опубликованных в открытых изданиях. Входными данными со стороны организации-Заказчика, необходимыми для выполнения проекта, считаются технические требования, предъявляемые к измерительным интерферометрам на основе восстановленного ниобата лития LiNbO_3.
2	Требования к составу и объему теоретических исследований.	Теоретические исследования должны быть посвящены: 1. Патентным исследованиям по методам модификации подложек ниобата лития и цифровым методам компенсации дрейфа оптического сигнала. 2. Компьютерному моделированию параметров протонообменных волноводов. 3. Алгоритмам управления устройством опроса, демодуляции сигналов датчиков и методам компенсации дрейфов. 4. Исследованию производительности аппаратной части для реализации программных алгоритмов.
3	Требования к составу, объему и качеству экспериментальных работ.	Должны быть отработаны техпроцессы в объеме, необходимом и достаточном для создания экспериментальных и репрезентативных образцов. В ходе реализации проекта должны быть разработаны методики, однозначно позволяющие характеризовать соответствие заявленным Техническим требованиям. Должны быть произведены исследования и испытания, полученных экспериментальных и репрезентативных образцов.
4	Требования к метрологическому обеспечению экспериментальных исследований.	Метрологическое обеспечение экспериментальных исследований должно соответствовать ГОСТ Р 8.820.

5	Требования к разработке, изготовлению и испытаниям макетов (моделей, экспериментальных образцов), в зависимости от характера (специфики) выполняемого проекта и требований отраслевых стандартов.	Количество экспериментальных и репрезентативных образцов, а также методики исследования их параметров должны позволить сделать обоснованные выводы о соответствии предъявляемым в настоящем документе Техническим требованиям. Изготовление и испытания экспериментальных и репрезентативных образцов должно быть выполнено на площадке Заказчика.
6	Требования к проведению патентных исследований.	Патентные исследования должны быть выполнены с целью определения уровня техники объекта в соответствии с ГОСТ Р 15.011.
7	Требования к подготовке предложений (рекомендаций) по реализации результатов проекта.	Рекомендации по реализации результатов проекта должны содержать информацию о перспективах применения разрабатываемой технологии в других изделиях на основе ниобата лития.
8	Требования к предполагаемым результатам исследований и чем должна заканчиваться работа по теме.	В результате реализации проекта будет: 1) Разработана технология модификации подложек ниобата лития и режимов формирования протонообменных волноводов. 2) Разработаны алгоритмы цифровой демодуляции сигналов с компенсацией остаточных дрейфов. 3) Произведена замена аппаратной части вычислительного устройства (например, на FPGA) для увеличения производительности. 4) Изготовлены и протестированы экспериментальные и репрезентативные образцы интегрально-оптических датчиков напряжения и устройств их опроса (класс точности должен быть 0.5-0.1). 5) Даны рекомендации по дальнейшему совершенствованию точности и робастности. На основе полученных результатов должна будет серийно производиться система измерения электрического напряжения гражданского назначения с повышенной точностью и робастностью, в состав которой входят изделия из модифицированного ниобата лития и алгоритмы цифровой компенсации дрейфов.
9	Требования к перечню (составу и видам) разрабатываемых документов.	Этап 1: - Научно-технический отчет, включающий в себя: результаты компьютерного моделирования параметров протонообменных волноводов, результаты матрицы экспериментов по поиску режимов модификации подложек ниобата лития и формирования в них протонообменных волноводов с минимальными оптическими потерями. - Отчет о патентных исследованиях. - Комплект программной документации.

		- Комплект технологической документации на режимы модификации ниобата лития. К документам предъявляются требования по ГОСТ 7.32 (НИР), ГОСТ 19.101 (программная документация), ГОСТ 3.1001 (технологическая документация). Этап 2: - Научно-технический отчет, включающий в себя: результаты испытания экспериментальных образцов датчиков электрического напряжения и устройств их опроса, изготовленных на модифицированных подложках ниобата лития при НКУ и климатических испытаниях; программную документацию на алгоритмы IQ-демодуляции. - Комплект технологической документации на режимы модификации и формирования волноводов в ниобате лития. - Комплект программной документации. К документам предъявляются требования по ГОСТ 7.32 (НИР), ГОСТ 3.1001 (технологическая документация), ГОСТ 19.101 (программная документация). Этап 3: - Научно-технический отчет, включающий в себя: результаты испытания репрезентативных образцов датчиков электрического напряжения и устройств их опроса, изготовленных на модифицированных подложках ниобата лития при НКУ и климатических испытаниях, методики метрологической аттестации измерительного канала. - Комплект технологической документации на режимы модификации ниобата лития. - Комплект документации для аттестации измерительного канала. К документам предъявляются требования по ГОСТ 7.32 (НИР), ГОСТ 3.1001 (технологическая документация), ГОСТ Р 8.820 (метрологическое обеспечение).
10	Требования к порядку согласования с заказчиком разрабатываемых в проекте документов, в том числе программ и методик испытаний макетов (моделей, экспериментальных образцов, места проведения их испытаний и др.), конструкторской и другой технической документации	Порядок согласования документов определяется следующим образом: - научно-технический отчёт – согласование с заказчиком не позднее, чем за 14 до подачи сведений в РНФ; - технологическая и программная документация – согласование с заказчиком не позднее, чем за 30 дней до окончания этапа; - программы и методики испытаний образцов – согласование с заказчиком не позднее, чем за 30 дней до начала испытаний;

		- методика метрологической аттестации – согласование с заказчиком и аккредитованной лабораторией до проведения аттестации.
11	Требования по обеспечению сохранения коммерческой тайны.	Требования по обеспечению сохранения коммерческой тайны определяются Соглашением о конфиденциальности между Заказчиком и Исполнителем.
12	Требования по расчету планируемого экономического эффекта от реализации результатов проекта.	Исполнитель обязан подготовить расчёт планируемого экономического эффекта от реализации результатов проекта в составе итогового научно-технического отчёта. Расчёт должен включать следующие составляющие: - оценку рынка сбыта (объём российского рынка систем волоконно-оптического мониторинга; доля рынка, на которую претендует разрабатываемая продукция); - оценку импортозамещающего эффекта (стоимость замещаемой зарубежной продукции в расчёте на единицу и на планируемый объём выпуска); - расчёт себестоимости единицы продукции на основе стоимости компонентов, трудозатрат и накладных расходов при серийном производстве; - оценку срока окупаемости затрат на разработку при заданном объёме производства.
13	Требования необходимости согласования ТЗ с головным научно- исследовательским институтом по виду техники (деятельности).	Не предъявляются.
14	Требования необходимости привлечения организации-рецензента и направления ОНТД на рецензию перед рассмотрением на НТС (секции НТС).	Не предъявляются

9. Порядок приемки проекта (этапов проекта)

Порядок приемки определяется ГОСТ 15.101.

10. Перечень научно-технической документации, регламентирующий выполнение поставленных заказчиком технологического предложения требований и проекта в целом

ГОСТ 7.32 – отчет НИР;
ГОСТ Р 15.011 – патентные исследования;
ГОСТ 19.101 – программная документация;
ГОСТ 3.1001 – технологическая документация;
ГОСТ Р 8.820 – метрологическое обеспечение;
ГОСТ Р 51317.4.4 – электромагнитная совместимость;
ГОСТ 15.309 – система разработки и постановки продукции на производство;
ГОСТ 15.101 – порядок выполнения научно-исследовательских работ;
ГОСТ 23216 – хранение, транспортирование, временная противокоррозионная

защита, упаковка;

ГОСТ 15150 – машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов;

ГОСТ 25467 – изделия электронной техники. Классификация по условиям применения и требования по стойкости к внешним воздействующим факторам;

ГОСТ 12.3.002 – система стандартов безопасности труда. Процессы производственные. Общие требования безопасности;

ГОСТ Р 12.3.047 – система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля;

ГОСТ 12.1.007 – вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности;

ГОСТ Р ИСО 9001 – системы менеджмента качества. Требования;

ГОСТ Р 8.563 – государственная система обеспечения единства измерений. Методики (методы) измерений;

ГОСТ Р 8.568 – государственная система обеспечения единства измерений. Аттестация испытательного оборудования. Основные положения.

11. Дополнительные сведения (показатели)

11.1. Перечень создаваемых по итогам выполнения проекта прототипов (макет, лабораторный, экспериментальный, репрезентативный, опытный, контрольный образец гражданской продукции (продукта, товара), изготовленный по полученной (созданной или усовершенствованной) в рамках реализации Проекта технологии).

№ п/п	Прототип/образец	Вид образца	Краткое отличительное наименование образца
1	образец для производства ЭКБ	экспериментальный образец	Датчик электрического напряжения
2	образец для производства ЭКБ	экспериментальный образец	Устройство опроса интерферометрических датчиков
3	образец для производства ЭКБ	репрезентативный образец	Датчик электрического напряжения
4	образец для производства ЭКБ	репрезентативный образец	Устройство опроса интерферометрических датчиков

11.2. Требуемый уровень готовности технологии (УГТ) по результатам выполнения проекта.

УГТ	6
Название уровня готовности технологии	Шестой уровень готовности технологий «Получение репрезентативного образца»
Описание основных характеристик уровня готовности технологии	изготовлен репрезентативный образец (полнофункциональный репрезентативный образец продукции на пилотной производственной линии). Подтверждены рабочие характеристики в условиях, приближенных к реальности. Проведена внешняя валидация.
Результаты, соответствующие уровню готовности технологии	инициатор должен изготовить репрезентативный образец на пилотной линии производства и подтвердить его рабочие характеристики посредством проведения внешней валидации продукции инвестором, потребителем или организацией, принимающей технологии, которая осуществляет оценку уровня готовности технологии (далее - организация, принимающая технологии). Инициатор может изменить порядок подготовки образцов и вместо репрезентативного образца выполнить условия седьмого

	уровня готовности технологий «Получение опытного образца», при этом в последующем подготовить репрезентативный образец, выполнив условия текущего уровня готовности технологий. Инициатор должен продемонстрировать функциональность репрезентативного образца в рамках внешней валидации и возможность интеграции технологий в производственный процесс организации, принимающей технологии; продемонстрировать работоспособность технологий для серийной разработки продукции; представить экспертной организации сведения о разработке репрезентативного образца и результаты проведения внешней валидации.
--	---

Технические требования (исходные данные) организации-заказчика технологического предложения

1. Код классификатора по направлению «Микроэлектроника»

11-231

2. Наименование технологического предложения

№ 26-90-00115

Разработка оборудования и технологии для выращивания монокристаллов карбида кремния из раствора в расплаве методом Чохральского (TSSG).

3. Организация-заказчик технологического предложения

АО «ЭЗАН»

4. Наименование проекта

№ 26-91-13036

Разработка теплового узла, методики выращивания монокристаллов карбида кремния из раствора в расплаве, включая адаптивную систему автоматизации технологического процесса.

5. Финансирование проекта

Объем запрашиваемого финансирования проекта (тыс. рублей)			Планируемый объем софинансирования проекта (не менее 5%) (тыс. рублей)		
для 1 этапа	для 2 этапа	для 3 этапа	для 1 этапа	для 2 этапа	для 3 этапа
29 000	29 000	30 000	4 000	5 000	4 000

Вид научных исследований.

Проект предусматривает проведение **прикладных** научных исследований.

6. Задачи выполнения проекта

6.1. Математическое моделирование физических явлений, сопровождающих процесс выращивания монокристалла карбида кремния из раствора в расплаве.

6.2. Разработка конструкции теплового узла, обеспечивающего процесс выращивания монокристалла карбида кремния.

6.3. Разработка методики выращивания монокристаллов карбида кремния из раствора в расплаве.

6.4. Разработка алгоритмов системы управления технологическим процессом.

7. Технические требования к материалу, предполагаемому к созданию (модернизации).

7.1. Ключевые характеристики, для подтверждения которых ставится проект

№ п/п	Наименование характеристики (параметра, показателя назначения), ед. измерения	Количественное значение характеристики Этап экспериментального подтверждения			Прим.
		1	2	3	
1	Внутренний диаметр макета тигля, мм	100	-	-	не менее
2	Рабочая температура тигля, °С	2200	-	-	не более

3	Внешний диаметр теплового узла без индуктора, мм	-	350	-	не более
4	Число витков индуктора, шт	-	10	-	не более
5	Диаметр монокристалла карбида кремния, мм	-	-	100	не более
6	Плотность микропор монокристалла карбида кремния, см(-2)	-	-	0,1	не более
7	Плотность дислокаций в базовой плоскости монокристалла карбида кремния, см(-2)	-	-	100	не более

7.2. Требования в зависимости от специфики проекта.

№ п/п.	Наименование требования	Описание
1	Требования назначения	Тепловой узел и методика выращивания монокристаллов карбида кремния (SiC) из раствора в расплаве методом Чохральского (метод Top-Seeded Solution Growth - TSSG) для силовой высоковольтной электроники.
2	Требования к составу технологического процесса	- Методика выращивания монокристаллов карбида кремния (SiC) из раствора в расплаве методом Чохральского. - Алгоритмы системы управления технологическим процессом выращивания монокристаллов карбида кремния.
3	Требования к показателям назначения	В состав разрабатываемого технологического процесса выращивания монокристаллов карбида кремния (SiC) из раствора в расплаве должны входить следующие технологические режимы: - Режим вакуумной откачки до давления не более $5 \cdot 10^{-2}$ мм.рт.ст. - Режим предварительного нагрева теплового узла в вакууме до температуры не менее 1000 °С. - Режим напуска технологического газа до давления не более 760 мм.рт.ст. - Режим нагрева теплового узла до рабочей температуры длительностью не более 3 часов. - Режим затравливания кристалла с образованием устойчивого мениска расплава. - Режим выращивания кристалла диаметром не более 100 мм. - Режим охлаждения теплового узла и выращенного кристалла длительностью не менее 1 часа. Разрабатываемая конструкция теплового узла должна обеспечивать устойчивый процесс выращивания монокристалла карбида кремния при соблюдении следующих параметров: - внутренний диаметр тигля не менее 100 мм. - рабочая температура тигля не более 2200 °С. - внешний диаметр теплового узла без индуктора не более 350 мм.

4	Требования к качеству технологического процесса.	Разрабатываемая технология выращивания монокристаллов карбида кремния должна обеспечивать следующие показатели качества: - диаметр монокристалла карбида кремния не более 100 мм. - плотность микропор монокристалла карбида кремния не более 0,1 см(-2). - плотность дислокаций в базовой плоскости монокристалла карбида кремния не более 100 см(-2).
5	Требования к сырью и материалам	Комплекующие изделия и материалы должны обеспечивать отсутствие критической зависимости от иностранных производителей.
6	Требования по эксплуатации, удобству технического обслуживания	Рабочие условия выполнения технологического процесса: условия окружающей среды: температура - в пределах $20 \pm 10^{\circ}\text{C}$; давление 960...1040 мбар., относительная влажность не более 60%. Воздушная среда в помещении должна быть взрывобезопасной, не содержать агрессивных газов, паров (в том числе водяных) и токопроводящей пыли в концентрациях, вредно действующих на комплекующее оборудование, материалы и электрическую изоляцию. Помещение, в котором эксплуатируется установка, должно удовлетворять требованиям вакуумной гигиены. Необходимо предусмотреть удобство сборки, эксплуатации и обслуживания теплового узла для проведения технологического процесса выращивания монокристаллов карбида кремния.
7	Требования по ресурсосбережению	Значения показателей ресурсосбережения разрабатываемого технологического процесса могут быть уточнены на этапе опытной эксплуатации.
8	Требования по безопасности	Исключение непосредственного контакта работников с вредными и опасными факторами как при нормальном, так и при аварийном течении процесса.
9	Требования по видам обеспечения	Метрологическое обеспечение средств измерений должно осуществляться в соответствии с требованиями Федерального закона №102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений» и ГОСТ Р 8.596 «Государственная система обеспечения единства измерений. Метрологическое обеспечение измерительных систем. Основные положения»

8. Требования к структуре, составу и объему выполняемых работ

№ п/п.	Наименование требования	Описание
1	Требования к исходным данным, которые должны использоваться при выполнении проекта.	Определяются исполнителем.
2	Требования к составу и объему теоретических исследований.	Определяются исполнителем.

3	Требования к составу, объему и качеству экспериментальных работ.	Необходимо проведение экспериментальных исследований и испытаний в объеме, достаточном для подтверждения работоспособности, соответствия заявленным техническим характеристикам, воспроизводимости результатов и достижения целей проекта.
4	Требования к метрологическому обеспечению экспериментальных исследований.	Определяются исполнителем.
5	Требования к разработке, изготовлению и испытаниям макетов (моделей, экспериментальных образцов), в зависимости от характера (специфики) выполняемого проекта и требований отраслевых стандартов.	Разрабатываемая конструкторская документация должна соответствовать ГОСТ 2.109, Программы и методики испытаний должны соответствовать ГОСТ Р 2.106. Необходимо изготовить экспериментальные и репрезентативные образцы элементов теплового узла и провести их испытания для подтверждения соответствия техническим требованиям.
6	Требования к проведению патентных исследований.	Проведение патентных исследований осуществляется в соответствии с ГОСТ Р 15.011
7	Требования к подготовке предложений (рекомендаций) по реализации результатов проекта.	Требуется выполнить разработку рекомендаций по внедрению и практическому применению полученных результатов, их дальнейшему совершенствованию, тиражированию и коммерциализации с учетом технических, экономических и отраслевых условий.
8	Требования к предполагаемым результатам исследований и чем должна заканчиваться работа по теме.	Требуется получить научно-технические результаты, подтверждающие достижение целей проекта, работоспособность и соответствие разработки требованиям технического задания. Работа должна завершаться оформлением отчетной документации, результатами испытаний и рекомендациями по дальнейшему внедрению и развитию.
9	Требования к перечню (составу и видам) разрабатываемых документов.	Требуется разработать отчетную, конструкторскую и технологическую документацию, необходимую для подтверждения результатов проекта, проведения испытаний и последующего внедрения разработки. Промежуточные и заключительный научно-технические отчеты должны быть подготовлены в соответствии с ГОСТ 7.32, конструкторская - в соответствии с ГОСТ Р 2.109.
10	Требования к порядку согласования с заказчиком разрабатываемых в проекте документов, в том числе программ и методик испытаний макетов	На каждом этапе научно-технические отчеты и документация предъявляются организации, иницирующей технологическое предложение, проходят технический контроль у организации, иницирующей технологическое предложение.

	(моделей, экспериментальных образцов, места проведения их испытаний и др.), конструкторской и другой технической документации	
11	Требования по обеспечению сохранения коммерческой тайны.	Все результаты научно-технической деятельности исполнителя в рамках проекта являются коммерческой тайной организации, инициирующей технологическое предложение и не подлежат разглашению третьим лицам без письменного согласования сторон.
12	Требования по расчету планируемого экономического эффекта от реализации результатов проекта.	Не предъявляются.
13	Требования необходимости согласования ТЗ с головным научно-исследовательским институтом по виду техники (деятельности).	Не предъявляются.
14	Требования необходимости привлечения организации-рецензента и направления ОНТД на рецензию перед рассмотрением на НТС (секции НТС).	Не предъявляются

9. Порядок приемки проекта (этапов проекта)

Приемка проекта и его этапов осуществляется на территории исполнителя или на территории организации, инициирующей технологическое предложение, в зависимости от состава работ и их результатов с применением отдельных положений ГОСТ Р 15.101. Представители организации, инициирующей технологическое предложение, имеют право контролировать ход выполнения проекта на любой его стадии.

10. Перечень научно-технической документации, регламентирующий выполнение поставленных заказчиком технологического предложения требований и проекта в целом

ГОСТ Р 2.109 Единая система конструкторской документации. Основные требования к чертежам

ГОСТ 7.32 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления.

ГОСТ Р 15.011 Интеллектуальная собственность.

11. Дополнительные сведения (показатели)

11.1. Перечень создаваемых по итогам выполнения проекта прототипов (макет, лабораторный, экспериментальный, репрезентативный, опытный, контрольный образец гражданской продукции (продукта, товара), изготовленный по полученной (созданной или усовершенствованной) в рамках реализации Проекта технологии).

№ п/п	Прототип/образец	Вид образца	Краткое отличительное наименование образца
-------	------------------	-------------	--

1	образец для производства ЭКБ	репрезентативный образец	Конструкция теплового узла и методика выращивания монокристаллов карбида кремния из раствора в расплаве методом Чохральского (TSSG).
---	------------------------------	--------------------------	--

11.2. Требуемый уровень готовности технологии (УГТ) по результатам выполнения проекта.

УГТ	6
Название уровня готовности технологии	Шестой уровень готовности технологий «Получение репрезентативного образца»
Описание основных характеристик уровня готовности технологии	изготовлен репрезентативный образец (полнофункциональный репрезентативный образец продукции на пилотной производственной линии). Подтверждены рабочие характеристики в условиях, приближенных к реальности. Проведена внешняя валидация.
Результаты, соответствующие уровню готовности технологии	инициатор должен изготовить репрезентативный образец на пилотной линии производства и подтвердить его рабочие характеристики посредством проведения внешней валидации продукции инвестором, потребителем или организацией, принимающей технологии, которая осуществляет оценку уровня готовности технологии (далее - организация, принимающая технологии). Инициатор может изменить порядок подготовки образцов и вместо репрезентативного образца выполнить условия седьмого уровня готовности технологий «Получение опытного образца», при этом в последующем подготовить репрезентативный образец, выполнив условия текущего уровня готовности технологий. Инициатор должен продемонстрировать функциональность репрезентативного образца в рамках внешней валидации и возможность интеграции технологий в производственный процесс организации, принимающей технологии; продемонстрировать работоспособность технологий для серийной разработки продукции; представить экспертной организации сведения о разработке репрезентативного образца и результаты проведения внешней валидации.

Технические требования (исходные данные) организации-заказчика технологического предложения

1. Код классификатора по направлению «Микроэлектроника»

11-612

2. Наименование технологического предложения

№ 26-90-00119

Разработка базовых технологий и конструкций нового класса широкодиапазонных многоканальных электронно-коммутируемых преселекторов на основе миниатюрных ВЧ и СВЧ интегральных LTCC-модулей с пьезоэлектрическими фильтрами и малошумящими усилителями, предназначенных для помехозащищённых приёмных трактов аппаратуры связи, навигации, радиомониторинга и управления.

3. Организация-заказчик технологического предложения

ООО «ЭКБ ТЕСТ»

4. Наименование проекта

№ 26-91-13018

Исследование конструктивно-технологических решений и разработка технологии изготовления миниатюрных ВЧ и СВЧ интегральных LTCC-модулей с пьезоэлектрическими фильтрами и малошумящим усилителем.

5. Финансирование проекта

Объем запрашиваемого финансирования проекта (тыс. рублей)			Планируемый объем софинансирования проекта (не менее 5%) (тыс. рублей)		
для 1 этапа	для 2 этапа	для 3 этапа	для 1 этапа	для 2 этапа	для 3 этапа
30 000	30 000	30 000	1 500	1 500	1 500

Вид научных исследований.

Проект предусматривает проведение **прикладных** научных исследований.

6. Задачи выполнения проекта

6.1. В рамках Проекта планируется провести ключевые прикладные научные исследования, направленные на создание базовой конструкции и технологии изготовления миниатюрных высокочастотных LTCC-модулей с высокой степенью интеграции в корпус пьезоэлектрических ПАВ-фильтров, полупроводниковых усилителей и встроенных LC-элементов.

6.2. Этап 1 «Теоретические исследования»:

6.2.1 Теоретические исследования по созданию интегральных модулей с заданными показателями, в том числе анализ зарубежных и отечественных источников и патентной литературы; анализ технологических процессов создания ПАВ-фильтров, малошумящих усилителей, LTCC-корпусов и LTCC-фильтров с заданными параметрами.

6.2.2. Проведение патентных исследований.

6.2.3. Моделирование и разработка схемы малошумящего СВЧ-усилителя с малым потреблением тока.

6.2.4. Моделирование и оптимизация конструктивно-технологических параметров плат ПАВ-фильтров, LTCC и малошумящего усилителя. Разработка топологий плат.

6.2.5. Разработка технологического маршрута и ключевых технологических операций.

6.2.6. Составление промежуточного научно-технического отчета.

6.3. Этап 2 «Разработка конструкции и технологии»:

6.3.1. Разработка эскизной конструкторской и технологической документации ВЧ LTCC-модулей с интегрированными ПАВ-фильтрами, малошумящим усилителем.

6.3.2. Разработка эскизной конструкторской и технологической документации СВЧ LTCC-модулей с интегрированным малошумящим усилителем.

6.3.3. Разработка и изготовление технологической оснастки.

6.3.4. Изготовление макетных образцов интегральных LTCC-модулей.

6.3.5. Исследование характеристик макетных образцов.

6.3.6. Составление промежуточного научно-технического отчета.

6.4. Этап 3 «Расширение функциональных возможностей и изготовление экспериментальных образцов»:

6.4.1. Разработка лабораторных образцов с расширенными функциональными возможностями (расширенный частотный диапазон, преобразование сопротивлений со входа на выход) и проведение лабораторных исследований.

6.4.2. Корректировка эскизной конструкторской и технологической документации.

6.4.3. Разработка и согласование Программ и методик исследовательских испытаний.

6.4.4. Изготовление экспериментальных образцов.

6.4.5. Проведение исследовательских испытаний экспериментальных образцов. Апробация в заинтересованных предприятиях.

6.4.6. Составление итогового научно-технического отчета.

7. Технические требования к материалу, предполагаемому к созданию (модернизации)

7.1. Ключевые характеристики, для подтверждения которых ставится проект

№ п/п	Наименование характеристики (параметра, показателя назначения), ед. измерения	Количественное значение характеристики Этап экспериментального подтверждения			Прим.
		1	2	3	
1	Центральная частота полосы пропускания, f_0 , МГц	-	70-1000	70-3500	Номинальное значение центральной частоты для конкретного исполнения LTCC-модуля выбирается из указанного диапазона в соответствии с требованиями Заказчика.
2	Относительная ширина полосы пропускания по уровню минус 3 дБ LTCC-модулей с пьезоэлектрическими фильтрами с центральной частотой 70-1000 МГц, $\Delta f/f_0$, %	-	1,0-8	1,0-8	Относительная ширина полосы пропускания для конкретного исполнения LTCC-модуля выбирается из указанного диапазона в соответствии с требованиями

					Заказчика. Параметр может уточняться в ходе выполнения работ по согласованию с Заказчиком.
3	Относительная ширина полосы пропускания по уровню минус 3 дБ LTCC-модулей с центральной частотой 1000-3500 МГц, %	-	-	3-12	Относительная ширина полосы пропускания для конкретного исполнения LTCC-модуля выбирается из указанного диапазона в соответствии с требованиями Заказчика. Параметр может уточняться в ходе выполнения работ по согласованию с Заказчиком.
4	Коэффициент усиления в полосе пропускания, дБ, не менее	-	6-15	6-15	Не менее значений из указанного диапазона, в зависимости от требований Заказчика к параметрам LTCC-модуля по пунктам 1-3, 6-7. Параметр может уточняться в ходе выполнения работ по согласованию с Заказчиком.
5	Затухание в полосах задерживания при отстройках $5\Delta f$ от центральной частоты f_0 , дБ, не менее	-	60	60-90	Не менее значений из указанного диапазона, в зависимости от требований Заказчика к параметрам LTCC-модуля по пунктам 1-3, 6-7. Параметр может уточняться в ходе выполнения работ по согласованию с Заказчиком.
6	Входное / выходное сопротивление LTCC-модулей с пьезоэлектрическими фильтрами с центральной частотой 70-1000 МГц, Ом	-	50/50	50-75/ 50-300	Контроль по данному параметру отдельно не проводят. Соответствие требованию по входным/выходным сопротивлениям гарантируется при подключении к

					фильтру соответствующих нагрузок по входу и выходу и измерении параметров по пунктам 1-4.
7	Входное / выходное сопротивление LTCC-модулей с центральной частотой 1000-3500 МГц, Ом	-	-	50/50	Контроль по данному параметру отдельно не проводят. Соответствие требованию по входным/выходным сопротивлениям гарантируется при подключении к фильтру соответствующих нагрузок по входу и выходу и измерении параметров по пунктам 1-4.
8	Ток потребления при напряжении питания 5 В, мА, не более	-	10	5	Параметр может уточняться в ходе выполнения работ по согласованию с Заказчиком.
9	Габаритные размеры герметичного LTCC-модуля с частотами 140-3000 МГц для поверхностного монтажа, мм, не более	-	20х7х4	20х7х4	Параметр может уточняться в ходе выполнения работ по согласованию с Заказчиком.
10	Габаритные размеры герметичного LTCC-модуля с частотами 70-140 МГц для поверхностного монтажа, мм, не более	-	-	29х19х5	Параметр может уточняться в ходе выполнения работ по согласованию с Заказчиком.

7.2. Требования в зависимости от специфики проекта.

№ п/п.	Наименование требования	Описание
1	Требования к составу технологического процесса.	Состав технологического процесса должен быть реализуем на существующих или перспективных производственных площадках РФ. Технологический процесс изготовления частотно-селективного LTCC-модуля должен включать операции: изготовления LTCC-плат, изготовления плат пьезоэлектрических фильтров, изготовления плат усилителя (при необходимости) и монтажные операции, необходимые для создания интегрального LTCC-модуля в герметичном исполнении под поверхностный монтаж.

2	Требования к сырью и материалам.	Не предъявляются.
3	Требования по эксплуатации, удобству технического обслуживания.	Не предъявляются.
4	Требования по ресурсосбережению.	Не предъявляются.
5	Требования по безопасности.	Не предъявляются.
6	Требования по видам обеспечения	Разрабатываемые отчетные документы должны соответствовать требованиям ГОСТ 7.32. Технические характеристики испытательного оборудования и средств измерений должны быть достаточными для подтверждения соответствия испытываемых образцов установленным требованиям. Результаты измерений должны выражаться в единицах величин, установленных в ГОСТ 8.417.

8. Требования к структуре, составу и объему выполняемых работ

№ п/п.	Наименование требования	Описание
1	Требования к исходным данным, которые должны использоваться при выполнении проекта.	Исходные данные должны охватывать опубликованные результаты исследований по тематике проекта, включая исследования мировых научных и научно-технологических центров, а также результаты исследований, выполненных в РФ и опубликованных в открытых изданиях, за период не менее 10 лет.
2	Требования к составу и объему теоретических исследований.	В научно-технических отчетах (промежуточных и итоговом) должны быть в явном виде отражены теоретические исследования по направлениям: аналитический обзор по направлению исследований, включающий в себя обзор характеристик аналогов изделия проекта; анализ зарубежных и отечественных источников и патентной литературы; анализ схмотехнических решений, оптимальных конструкций и технологических процессов создания ПАВ-фильтров, малошумящих усилителей, LTCC-корпусов и LTCC-фильтров с заданными параметрами; изложены принципы работы и базовая архитектура изделия проекта.
3	Требования к составу, объему и качеству экспериментальных работ.	Состав, объем и качество экспериментальных работ должны быть достаточны для подтверждения разработанной архитектуры, конструкции и технологии изготовления изделий, требований к компонентам и материалам изделий.
4	Требования к метрологическому обеспечению	Контрольно-измерительные приборы и стенды должны быть аттестованы и поверены метрологическими службами организации - Исполнителя проекта. Технические характеристики

	экспериментальных исследований.	испытательного оборудования и средств измерений должны быть достаточными для подтверждения соответствия испытываемых образцов установленным требованиям. Результаты измерений должны выражаться в единицах величин, установленных в ГОСТ 8.417.
5	Требования к разработке, изготовлению и испытаниям макетов (моделей, экспериментальных образцов), в зависимости от характера (специфики) выполняемого проекта и требований отраслевых стандартов.	Количество изготовленных макетных, экспериментальных образцов должно быть достаточным для выполнения задач Проекта и должно быть согласовано с организацией-Заказчиком технологического предложения на этапе 1.
6	Требования к проведению патентных исследований.	Проведение патентных исследований осуществляется в соответствии с ГОСТ Р 15.011
7	Требования к подготовке предложений (рекомендаций) по реализации результатов проекта.	Содержать в явном виде обоснованный вывод о целесообразности или нецелесообразности постановки последующих работ в рамках технологического предложения, сделанный на основе анализа базовых технических характеристик изделия проекта, его сравнения с аналогами, технологической реализуемости на территории РФ.
8	Требования к предполагаемым результатам исследований и чем должна заканчиваться работа по теме.	Этап 1 «Теоретические исследования»: 1.1. Теоретические исследования по созданию интегральных модулей с заданными показателями, в том числе: анализ зарубежных и отечественных источников и патентной литературы; анализ технологических процессов создания ПАВ-фильтров, малошумящих усилителей, LTCC-корпусов и LTCC-фильтров с заданными параметрами. 1.2. Проведение патентных исследований. 1.3. Моделирование и разработка схемы малошумящего СВЧ-усилителя с малым потреблением тока. 1.4. Моделирование и оптимизация конструктивно-технологических параметров плат ПАВ-фильтров, LTCC и малошумящего усилителя. Разработка топологий плат. 1.5. Разработка технологического маршрута и ключевых технологических операции 1.6. Составление промежуточного научно-технического отчета. Уровень готовности технологии и уровень готовности производства оцениваются по ГОСТ Р-58048 и должны соответствовать УГТ 2 -> УГТ 3. Этап 2 «Разработка конструкции и технологии»:

		2.1. Разработка эскизной конструкторской и технологической документации ВЧ LTCC-модулей с интегрированными ПАВ-фильтрами, малошумящим усилителем. 2.2. Разработка эскизной конструкторской и технологической документации СВЧ LTCC-модулей с интегрированным малошумящим усилителем. 2.3. Разработка и изготовление технологической оснастки. 2.4. Изготовление макетных образцов интегральных LTCC-модулей. 2.5. Исследование характеристик макетных образцов. 2.6. Составление промежуточного научно-технического отчета. Уровень готовности технологии и уровень готовности производства оцениваются по ГОСТ Р-58048 и должны соответствовать УГТ 3 -> УГТ 4. Этап 3 «Расширение функциональных возможностей и изготовление экспериментальных образцов»: 3.1. Разработка лабораторных образцов с расширенными функциональными возможностями (расширенный частотный диапазон, преобразование сопротивлений со входа на выход) и проведение лабораторных исследований. 3.2. Корректировка эскизной конструкторской и технологической документации. 3.3. Разработка и согласование Программ и методик исследовательских испытаний. 3.4. Изготовление экспериментальных образцов. 3.5. Проведение исследовательских испытаний экспериментальных образцов. Апробация в заинтересованных предприятиях. 3.6. Составление итогового научно-технического отчета. Уровень готовности технологии и уровень готовности производства оцениваются по ГОСТ Р-58048 и должны соответствовать УГТ 4 -> УГТ 5.
9	Требования к перечню (составу и видам) разрабатываемых документов.	1. Научно-технические отчеты (промежуточные и заключительный) о выполнении Проекта, оформленные в соответствии с ГОСТ 7.32. 2. Отчет о патентных исследованиях в соответствии с ГОСТ Р 15.011. 3. Акты изготовления макетных и экспериментальных образцов с протоколами измерения параметров. 4. Акты о передаче макетных (Этап 2) и экспериментальных (Этап 3) образцов в ООО «ЭКБ ТЕСТ».

		5. Программы и методики исследовательских испытаний. 6. Акт выполнения исследовательских испытаний. 7. Эскизная конструкторская и технологическая документация на изготовление частотно-селективных ЛТСС-модулей. 8. Акты сдачи этапов работы и приемки работы в целом.
10	Требования к порядку согласования с заказчиком разрабатываемых в проекте документов, в том числе программ и методик испытаний макетов (моделей, экспериментальных образцов, места проведения их испытаний и др.), конструкторской и другой технической документации	Программы и методики исследовательских испытаний экспериментальных образцов согласовываются с организацией-Заказчиком технологического предложения.
11	Требования по обеспечению сохранения коммерческой тайны.	Не предъявляются.
12	Требования по расчету планируемого экономического эффекта от реализации результатов проекта.	Не предъявляются.
13	Требования необходимости согласования ТЗ с головным научно-исследовательским институтом по виду техники (деятельности).	Не предъявляются.
14	Требования необходимости привлечения организации-рецензента и направления ОНТД на рецензию перед рассмотрением на НТС (секции НТС).	Не предъявляются

9. Порядок приемки проекта (этапов проекта)

При выполнении работы представляется:

На этапе 1.

1.1. Исполнителем представляется промежуточный научно-технический отчет о выполнении Этапа 1 Проекта и утверждается Директором предприятия Исполнителя.

1.2. Отчет о патентных исследованиях и утверждается Директором предприятия Исполнителя.

1.3. Акт сдачи - приемки 1 этапа работы и утверждается Директором предприятия Исполнителя и Заказчиком технологического предложения (ООО «ЭКБ ТЕСТ»).

На этапе 2

2.1. Исполнителем представляется промежуточный научно-технический отчет о выполнении Этапа 2 проекта и утверждается Директором предприятия Исполнителя.

2.2. Акты изготовления макетных образцов с протоколами измерения параметров.

2.3. Проект Программы и методики исследовательских испытаний экспериментальных образцов для согласования с Заказчиком Технологического предложения (ООО «ЭКБ ТЕСТ»)

2.4. Акты передачи макетных образцов Заказчику технологического предложения (ООО «ЭКБ ТЕСТ»).

2.5. Акт сдачи - приемки 2 этапа работы и утверждается Директором предприятия Исполнителя и Заказчиком технологического предложения.

На этапе 3.

3.1. Исполнителем представляется Заключительный научно-технический отчет о выполнении Этапа 3 и проекта в целом и утверждается Директором предприятия Исполнителя.

3.2. Акты изготовления экспериментальных образцов с протоколами измерения параметров.

3.3. Программы и методики исследовательских испытаний экспериментальных образцов, согласованные с Заказчиком Технологического предложения (ООО «ЭКБ ТЕСТ»)

3.4. Акты проведения исследовательских испытаний экспериментальных образцов.

3.5. Эскизная конструкторская и технологическая документация на интегральные частотно-селективные LTCC-модули.

3.6. Акты передачи экспериментальных образцов Заказчику технологического предложения (ООО «ЭКБ ТЕСТ»)

3.7. Акт сдачи - приемки этапа 3 и работы в целом и утверждается Директором предприятия Исполнителя и Заказчиком технологического предложения (ООО «ЭКБ ТЕСТ»).

10. Перечень научно-технической документации, регламентирующий выполнение поставленных заказчиком технологического предложения требований и проекта в целом

ГОСТ Р 15.101 – Система разработки и постановки продукции на производство. Порядок выполнения научно-исследовательских работ;

ГОСТ 7.32 - Отчет о научно-исследовательской работе;

ГОСТ Р 15.011 - Интеллектуальная собственность. Патентные исследования. Содержание и порядок проведения;

ГОСТ 8.417 - Государственная система обеспечения единства измерений. Единицы величин;

ГОСТ Р-58048 - Трансфер технологий. Методические указания по оценке уровня зрелости технологий.

11. Дополнительные сведения (показатели)

11.1. Перечень создаваемых по итогам выполнения проекта прототипов (макет, лабораторный, экспериментальный, репрезентативный, опытный, контрольный образец гражданской продукции (продукта, товара), изготовленный по полученной (созданной или усовершенствованной) в рамках реализации Проекта технологии)

№ п/п	Прототип/образец	Вид образца	Краткое отличительное наименование образца
1	прототип ЭКБ	экспериментальный образец	Экспериментальные образцы частотно-селективных LTCC-модулей на частоты 70-1000 МГц в количестве не менее 10 штук.

			Точное количество изготовленных экспериментальных образцов должно быть достаточным для выполнения задач Проекта и должно согласовано с организацией-Заказчиком технологического предложения на этапе 1.
2	прототип ЭКБ	экспериментальный образец	Экспериментальные образцы частотно-селективных LTCC-модулей на частоты 1000-3500 МГц в количестве не менее 10 штук. Точное количество изготовленных экспериментальных образцов должно быть достаточным для выполнения задач Проекта и должно согласовано с организацией - Заказчиком технологического предложения на этапе 1.

11.2. Требуемый уровень готовности технологии (УГТ) по результатам выполнения проекта.

УГТ	5
Название уровня готовности технологии	Пятый уровень готовности технологий «Получение экспериментального образца»
Описание основных характеристик уровня готовности технологии	изготовлен и испытан экспериментальный образец (образец продукции, обладающий основными признаками намечаемой к разработке продукции, изготавливаемый в целях проверки предлагаемых решений и уточнения отдельных характеристик для использования их при разработке этой продукции) в реальном масштабе по полупромышленной (осуществляемой в условиях производства, но не являющейся частью производственного процесса) технологии, воспроизведены основные внешние условия. Проведено внутреннее подтверждение посредством представления объективных свидетельств того, что требования, предназначенные для конкретного использования или применения, выполнены (далее - валидация). Под валидацией в том числе может подразумеваться клиническое исследование или клиническое испытание. Интегрированы основные элементы экспериментального образца с элементами технологии.
Результаты, соответствующие уровню готовности технологии	инициатор должен изготовить экспериментальный образец и провести его внутреннюю валидацию в условиях, приближенных к реальным. Допустимо воспроизведение условий не в полном объеме, поскольку это не окажет влияния на основные функции продукции и план валидации. Инициатор должен:

	осуществлять валидацию по технологии в условиях производства, которая не является частью производственного процесса; воспроизвести при испытаниях основные внешние условия, включая окружающую среду, которые предполагаются при эксплуатации продукции; интегрировать основные элементы экспериментального образца продукции с другими элементами технологии в целях повышения производительности и качества операций, а также снижения эксплуатационных затрат; представить экспертной организации сведения о разработке экспериментального образца продукции и результаты проведения внутренней валидации экспериментального образца.
--	--

Лот № 6

Технические требования (исходные данные) организации-заказчика технологического предложения

1. Код классификатора по направлению «Микроэлектроника»

11-112

2. Наименование технологического предложения

№ 26-90-00129

Разработка метода двукратной литографии для формирования затворных структур на базе 90-нм технологического процесса как научно-технический задел для развития КМОП технологий уровня 90-28 нм.

3. Организация-заказчик технологического предложения

АО «Микрон»

4. Наименование проекта

№ 26-91-13009

Исследование и разработка технологических решений двукратной литографии для повышения плотности компоновки топологии при формировании линий затвора СБИС на базе технологии 90 нм.

5. Финансирование проекта

Объем запрашиваемого финансирования проекта (тыс. рублей)			Планируемый объем софинансирования проекта (не менее 5%) (тыс. рублей)		
для 1 этапа	для 2 этапа	для 3 этапа	для 1 этапа	для 2 этапа	для 3 этапа
10 000	10 000	10 000	500	500	500

Вид научных исследований.

Проект предусматривает проведение **прикладных** научных исследований.

6. Задачи выполнения проекта

6.1. Провести анализ действующего технологического маршрута формирования затворного слоя, включая применяемое литографическое, плазмохимическое и метрологическое оборудование, последовательность операций, структуру слоёв, материалы, фотошаблоны, методы оптической коррекции топологии и фактические показатели воспроизводимости.

6.2. Провести обзор научно-технических и патентных источников по двукратной литографии с разрезом; определить применимые схемы процесса, варианты жёстких и планаризирующих слоёв, способы локального травления и основные ограничения метода.

6.3. Разработать принцип разделения затворной топологии на основной рисунок линий и рисунок областей разреза, правила продления линий, ограничения по расстояниям между разрезами, перекрытию разреза с линией, положению разреза относительно соседних элементов и перечень запрещённых конфигураций.

6.4. Разработать набор тестовых структур для оценки плотных, разреженных и квазиизолированных линий, разрезов различной кратности и периодичности, а также характерных элементов затворного уровня.

6.5. Разработать требования к комплекту из двух фотошаблонов, меткам выравнивания и контролю совмещения, оптической коррекции рисунка, контролю критических размеров и размещению элементов по полю фотошаблона.

6.6. Разработать и расчётно обосновать технологическую последовательность

первой литографической операции и травления, второй литографической операции по фотошаблону разрезов и локального травления ранее сформированного рисунка.

6.7. Изготовить комплект исследовательских фотошаблонов и провести экспериментальную отработку разработанного технологического маршрута.

6.8. Определить технологические окна по положению фокуса и экспозиционной дозе для первой и второй литографических операций, допустимую погрешность совмещения, критические размеры, неоднородность критического размера, шероховатость края и ширины линий, профиль после травления, дефектность и воспроизводимость по полю и пластине.

6.9. Изготовить и испытать экспериментальный образец двукратной литографии с разрезом на базе элементов действующего 90-нм процесса и сформировать карту конструктивно-технологических ограничений.

6.10. Подготовить маршрутные карты, программу и методики испытаний, требования к фотошаблонам, методики метрологического контроля и рекомендации по дальнейшей опытно-промышленной квалификации метода.

7. Технические требования к материалу, предполагаемому к созданию (модернизации).

7.1. Ключевые характеристики, для подтверждения которых ставится проект

№ п/п	Наименование характеристики (параметра, показателя назначения), ед. измерения	Количественное значение характеристики Этап экспериментального подтверждения			Прим.
		1	2	3	
1	Минимальный воспроизводимый размер структур после литографической операции – проявления, нм	-	не более 110	не более 90	Отдельно для основного рисунка линий и областей разреза.
2	Минимальный воспроизводимый размер структур после травления, нм	-	не более 90	не более 65	Сравнение выполняется на одинаковых целевых структурах.

7.2. Требования в зависимости от специфики проекта.

№ п/п.	Наименование требования	Описание
1	Совместимость с действующим процессом	Метод должен реализовываться на существующем производственном литографическом оборудовании заказчика с длиной волны 193 нм с минимально необходимым числом дополнительных операций. Изменения многослойной структуры материалов и технологических режимов не должны нарушать требования по чистоте, совместимости материалов и сохранности нижележащих слоёв.
2	Требования к комплекту фотошаблонов	Комплект должен включать основной фотошаблон затворных линий и фотошаблон разрезов, совместимые с используемыми системами выравнивания и контроля совмещения. На фотошаблонах должны быть предусмотрены метки выравнивания, контрольные

			фигуры совмещения, структуры контроля критического размера и реперные знаки для метрологии.
3	Требования демонстратору	к	Экспериментальный образец должен быть изготовлен на линии заказчика на тестовых пластинах и включать плотные, разреженные и квазиизолированные структуры, одиночные и периодические разрезы, а также характерные элементы затворной топологии для двукратной литографии.
4	Требования воспроизводимости и прослеживаемости	к и	Для каждой экспериментальной пластины должны быть зафиксированы: идентификаторы фотошаблонов, тип структурных элементов, идентификаторы установок и технологических режимов, параметры нанесения материалов, экспонирования, термообработки, проявления и травления, результаты промежуточных и итоговых измерений. Должна обеспечиваться однозначная связь результатов измерений с конкретным технологическим вариантом.
5	Требования безопасности производственной совместимости	к и	Экспериментальные работы должны выполняться в соответствии с действующими на площадке заказчика требованиями промышленной, химической, экологической и информационной безопасности. Новые материалы допускаются после проверки их совместимости с оборудованием, системой удаления отходов и требованиями по загрязнению производственной линии.

8. Требования к структуре, составу и объему выполняемых работ

№ п/п.	Наименование требования	Описание
1	Требования к исходным данным, которые должны использоваться при выполнении проекта.	– технологическое предложение и настоящие технические требования; – актуальная маршрутная карта формирования затворного слоя, перечень оборудования и действующие технологические режимы; – актуальная схема многослойного стека затворного уровня с материалами, толщинами, оптическими свойствами и допустимыми потерями толщины при очистках и травлении; – характеристики действующего фотошаблона затворного слоя, применяемой оптической коррекции рисунка, минимальных размеров вспомогательных элементов и допустимой ошибки размещения; – актуальные данные по литографической установке и результатам её аттестации: длина волны, числовая апертура, режим и геометрия освещения, параметры когерентности, рабочие значения экспозиционной дозы и положения фокуса, равномерность критического размера и точность совмещения; – обезличенные представительные фрагменты затворной топологии и действующие правила

		проектирования, включая ограничения по концам линий, коротким сегментам и двумерным элементам; – научно-технические и патентные источники по двукратной литографии с разрезом.
2	Требования к составу и объему теоретических исследований.	– сравнительный анализ одноэкспозиционного процесса и вариантов двукратной литографии, включая причины ограничения воспроизведения критических элементов при однократной литографии; – разработка правил разделения топологии на основной рисунок и области локального удаления материала; – моделирование первой и второй литографических операций с учётом оптико-технологических параметров; – сравнительная оценка вариантов технологической интеграции с учётом результатов моделирования; – расчёт требуемой остаточной толщины жёсткой маски и допустимых потерь материалов на последовательных операциях; – разработка программы экспериментальных исследований, критериев годности и требуемого объёма измерений.
3	Требования к составу, объему и качеству экспериментальных работ.	Экспериментальные работы должны обеспечить проверку принятых технологических решений и включать: – изготовление и входной контроль комплекта из двух исследовательских фотошаблонов; – исследование разрезов различной кратности и периодичности в квазиизолированном, разреженном и плотном окружении, а также разрезов характерных затворных элементов; – отработку первой литографической операции по основному фотошаблону затворных линий с определением рабочих диапазонов положения фокуса и экспозиционной дозы на исследуемых структурах; – отработку процесса травления исследуемых структур и переноса рисунка в нижележащий материал; – отработку нанесения планаризирующего слоя на рельеф после первой операции; – отработку второй литографической операции по фотошаблону разрезов; – отработку локального травления в областях разреза и окончательного переноса объединённого рисунка в затворный материал; – промежуточный метрологический контроль после основных операций; – повторение выбранных режимов на нескольких полях экспонирования и пластинах в объёме,

		установленном согласованной программой испытаний.
4	Требования к метрологическому обеспечению экспериментальных исследований.	Метрологическое обеспечение должно быть достаточным для подтверждения требований проекта и включать: – применение поверенных средств измерений и аттестованного испытательного оборудования; – использование действующей системы контроля затворного слоя, включая контроль критического размера и совмещения; – отдельный контроль критического размера основного рисунка и областей разреза после проявления и после травления; – измерение толщины и остаточной толщины материалов в контрольных точках процесса, оценку степени планаризации и остаточного рельефа перед второй литографией; – контроль формы элементов в плане методом растровой электронной микроскопии и контроль профиля по поперечным сечениям для выбранных представительных структур; – контроль положения концов линий, расстояния между концами и повреждения соседних элементов; – контроль совмещения основной маски и маски разрезов по штатным меткам и дополнительным контрольным фигурам исследовательского фотошаблонного комплекта; – оценку погрешности измерений; точность средств и методик измерений должна быть достаточной для достоверного подтверждения установленных допусков; – привязку результатов измерений к номеру пластины, координатам поля, технологическому режиму и стадии процесса, а также хранение исходных изображений и файлов измерений.
5	Требования к разработке, изготовлению и испытаниям макетов (моделей, экспериментальных образцов), в зависимости от характера (специфики) выполняемого проекта и требований отраслевых стандартов.	На втором этапе должны быть изготовлены и испытаны лабораторные образцы на тестовых пластинах, предназначенные для выбора рабочих технологических решений первой и второй литографических операций, планаризации, совмещения и локального травления. На третьем этапе должен быть изготовлен экспериментальный образец двукратной литографии с разрезом на производственной линии заказчика вне серийного производственного потока. Программа и методики испытаний должны устанавливать состав тестовых структур, перечень проверяемых технологических решений, точки промежуточного контроля, методы измерений и порядок обработки результатов. Заключительные испытания экспериментального образца должны подтвердить ключевые

		характеристики пункта 7 и соответствие требованиям УГТ5.
6	Требования к проведению патентных исследований.	Патентные исследования проводятся по ГОСТ Р 15.011, по результатам которых оформляется отчёт.
7	Требования к подготовке предложений (рекомендаций) по реализации результатов проекта.	– сформировать рекомендуемые правила подготовки основной топологии и рисунка разрезом, минимальные расстояния, запасы перекрытия и запрещённые конфигурации; – сформировать требования к фотошаблону, меткам совмещения, материалам для второй литографической операции, операциям травления и метрологическому контролю; – предложить последовательность дальнейшей опытно-промышленной квалификации; – оценить применимость полученных решений как технологического задела для последующего уменьшения проектных норм.
8	Требования к предполагаемым результатам исследований и чем должна заканчиваться работа по теме.	Работа должна завершаться изготовлением и внутренним подтверждением экспериментального образца двукратной литографии с разрезом на базе 90-нм технологического процесса. По результатам работы должны быть: – получены экспериментально подтверждённые данные по критическим размерам, совмещению, технологическим окнам первой и второй литографических операций, профилю после травления, шероховатости, дефектности и воспроизводимости; – разработаны карта конструктивно-технологических ограничений и рекомендации по дальнейшей квалификации; – подготовлены заключительный научно-технический отчёт и предложения по правовой охране результатов.
9	Требования к перечню (составу и видам) разрабатываемых документов.	– техническое задание и календарный план проекта; – промежуточные научно-технические отчёты по этапам и заключительный отчёт; – аналитический обзор и отчёт о патентных исследованиях; – технические требования к комплексу фотошаблонов; – описание и файлы топологии тестовых структур, данные по оптической коррекции рисунка; – программа и методики испытаний, методики метрологического контроля; – протоколы технологических операций, измерений и испытаний; – карта конструктивно-технологических ограничений и рекомендации по внедрению; – акт изготовления и испытаний экспериментального образца.

10	Требования к порядку согласования с заказчиком разрабатываемых в проекте документов, в том числе программ и методик испытаний макетов (моделей, экспериментальных образцов, места проведения их испытаний и др.), конструкторской и другой технической документации	– Все документы, определяющие состав экспериментальных работ, подлежат письменному согласованию с заказчиком до начала соответствующих работ. – Документы направляются заказчику в электронной форме с указанием номера версии и перечня изменений. Срок рассмотрения и порядок устранения замечаний устанавливаются календарным планом или отдельным протоколом. – Изменения согласованных параметров, влияющие на ключевые характеристики, состав экспериментального образца, безопасность производственной линии или объём работ, оформляются протоколом согласования либо дополнением к техническому заданию. – Место проведения испытаний экспериментального образца - производственная и метрологическая инфраструктура заказчика.
11	Требования по обеспечению сохранения коммерческой тайны.	– Сведения о технологических маршрутах, рецептах, материалах, топологии изделий, фототаблонах, производственных показателях и результатах измерений заказчика использовать только в объёме, необходимом для выполнения проекта. – Доступ к сведениям ограничивается составом исполнителей, допущенных к работам; передача третьим лицам допускается только с письменного согласия правообладателя. – Обмен файлами осуществлять по согласованным защищённым каналам. В открытых публикациях использовать обезличенные и обобщённые данные. – Результаты, предлагаемые к оформлению в качестве секрета производства, должны быть идентифицированы, учтены и храниться в соответствии с локальными нормативными документами организаций-участников и заключёнными соглашениями о конфиденциальности.
12	Требования по расчету планируемого экономического эффекта от реализации результатов проекта.	Не предъявляются
13	Требования необходимости согласования ТЗ с головным научно- исследовательским институтом по виду техники (деятельности).	Не предъявляются.
14	Требования необходимости привлечения организации-рецензента и направления ОНТД на рецензию перед	Не предъявляются

	рассмотрением на НТС (секции НТС).	
--	------------------------------------	--

9. Порядок приемки проекта (этапов проекта)

Приёмку проекта и его этапов проводить в соответствии с ГОСТ Р 15.101, настоящими техническими требованиями, календарным планом и согласованной программой приёмки. По каждому этапу исполнитель представляет отчётные материалы, перечень созданной документации, протоколы измерений и испытаний и сведения о выполнении установленных задач.

Приёмка первого этапа осуществляется по результатам рассмотрения аналитического обзора, патентных исследований, расчётно-теоретического обоснования метода, проекта тестовой топологии, требований к фотошаблонам, программы экспериментальных исследований и расчёта допустимой погрешности совмещения

Приёмка второго этапа осуществляется по результатам изготовления исследовательского фотошаблонного комплекта, лабораторного образца, отработки технологических режимов первой и второй литографических операций, совмещения и локального травления, а также промежуточной оценки критических размеров, профиля и дефектности.

Приёмка третьего этапа осуществляется комиссией с участием заказчика по результатам изготовления и испытаний экспериментального образца, подтверждения установленных ключевых характеристик и представления итоговой карты конструктивно-технологических ограничений и рекомендаций по дальнейшей квалификации.

10. Перечень научно-технической документации, регламентирующий выполнение поставленных заказчиком технологического предложения требований и проекта в целом

При выполнении проекта следует руководствоваться следующими нормативными и техническими документами:

- ГОСТ Р 15.101 «Система разработки и постановки продукции на производство. Порядок выполнения научно-исследовательских работ»;
- ГОСТ 7.32 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчёт о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления»;
- ГОСТ Р 15.011 «Интеллектуальная собственность. Патентные исследования. Содержание и порядок проведения»;
- ГОСТ Р 2.105 «Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам»;
- ГОСТ Р 8.563 «Государственная система обеспечения единства измерений. Методики (методы) измерений»;
- ГОСТ Р 8.568 «Государственная система обеспечения единства измерений. Аттестация испытательного оборудования. Основные положения»;
- ГОСТ ISO/IEC 17025 «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий» — в применимой части;
- ГОСТ 8.417 «Государственная система обеспечения единства измерений. Единицы величин»;
- действующие стандарты ЕСКД и ЕСТД в части оформления разрабатываемой документации;
- локальные нормативные документы АО «Микрон» по технологическому процессу, чистым помещениям, промышленной безопасности, обращению с химическими материалами, контролю загрязнений, метрологии и защите конфиденциальной информации;
- эксплуатационная документация на используемое литографическое, плазмохимическое, оборудование нанесения и обработки фоторезиста и метрологическое

оборудование; технические условия и паспорта применяемых материалов.

11. Дополнительные сведения (показатели)

11.1. Перечень создаваемых по итогам выполнения проекта прототипов (макет, лабораторный, экспериментальный, репрезентативный, опытный, контрольный образец гражданской продукции (продукта, товара), изготовленный по полученной (созданной или усовершенствованной) в рамках реализации Проекта технологии).

№ п/п	Прототип/образец	Вид образца	Краткое отличительное наименование образца
1	образец для производства ЭКБ	лабораторный образец	Тестовые пластины второго этапа с технологическими вариантами первой и второй литографических операций, планаризации, совмещения и локального травления, предназначенные для выбора рабочих режимов
2	образец для производства ЭКБ	экспериментальный образец	Тестовые пластины, изготовленные на линии заказчика по выбранному двухэтапному маршруту с набором структур для подтверждения требований УГТ5.

11.2. Требуемый уровень готовности технологии (УГТ) по результатам выполнения проекта.

УГТ	5
Название уровня готовности технологии	Пятый уровень готовности технологий «Получение экспериментального образца»
Описание основных характеристик уровня готовности технологии	Изготовлен и испытан экспериментальный образец (образец продукции, обладающий основными признаками намечаемой к разработке продукции, изготавливаемый в целях проверки предлагаемых решений и уточнения отдельных характеристик для использования их при разработке этой продукции) в реальном масштабе по полупромышленной (осуществляемой в условиях производства, но не являющейся частью производственного процесса) технологии, воспроизведены основные внешние условия. Проведено внутреннее подтверждение посредством представления объективных свидетельств того, что требования, предназначенные для конкретного использования или применения, выполнены (далее - валидация). Под валидацией в том числе может подразумеваться клиническое исследование или клиническое испытание. Интегрированы основные элементы экспериментального образца с элементами технологии.
Результаты, соответствующие уровню готовности технологии	Инициатор должен изготовить экспериментальный образец и провести его внутреннюю валидацию в условиях, приближенных к реальным. Допустимо воспроизведение условий не в полном объеме, поскольку это не окажет влияния на основные функции продукции и план валидации.

	Инициатор должен: осуществлять валидацию по технологии в условиях производства, которая не является частью производственного процесса; воспроизвести при испытаниях основные внешние условия, включая окружающую среду, которые предполагаются при эксплуатации продукции; интегрировать основные элементы экспериментального образца продукции с другими элементами технологии в целях повышения производительности и качества операций, а также снижения эксплуатационных затрат; представить экспертной организации сведения о разработке экспериментального образца продукции и результаты проведения внутренней валидации экспериментального образца
--	--

Технические требования (исходные данные) организации-заказчика технологического предложения

1. Код классификатора по направлению «Микроэлектроника»

11-511

2. Наименование технологического предложения

№ 26-90-00133

Разработка технологии сверхширокополосных «умных» генераторов шума до 50 ГГц на основе лавинно-пролетных диодов.

3. Организация-заказчик технологического предложения

ООО «Планар»

4. Наименование проекта

№ 26-91-13022

Кремниевая технология сверхширокополосных шумовых источников до 50 ГГц для отечественных СВЧ-измерительных систем и метрологии.

5. Финансирование проекта

Объем запрашиваемого финансирования проекта (тыс. рублей)			Планируемый объем софинансирования проекта (не менее 5%) (тыс. рублей)		
для 1 этапа	для 2 этапа	для 3 этапа	для 1 этапа	для 2 этапа	для 3 этапа
30 000	30 000	30 000	2 000	2 000	2 000

Вид научных исследований.

Проект предусматривает проведение **прикладных** научных исследований.

6. Задачи выполнения проекта

6.1. Сформировать и согласовать с Заказчиком техническую концепцию и облик отечественного генератора шума на основе кремниевых лавинно-пролётных диодов (ЛПД), включая основные технические решения, функциональные характеристики и требования к конструкции. Разработать план интеграции создаваемых генераторов шума в экосистему измерительной техники Заказчика.

6.2. Разработать физические, электродинамические и электротепловые модели лавинно-пролётных процессов и механизмов широкополосной генерации шума в кремниевых ЛПД. На основе моделирования оптимизировать профиль легирования, толщины активных областей, распределение электрического поля, пробивное напряжение, паразитные ёмкости и сопротивления, а также тепловой режим диодов. Обеспечить изготовление кремниевых многослойных эпитаксиальных структур ЛПД на базе специализированного отечественного предприятия.

6.3. Разработать конструкцию, топологию и полупромышленный технологический маршрут изготовления высокочастотных кремниевых шумовых ЛПД, обеспечивающих работу в составе генераторов шума с верхней границей рабочего диапазона не менее 50 ГГц. Технологический маршрут должен включать формирование активной меза-структуры диода, изоляцию, металлизацию контактных областей, пассивацию, разделение пластины на кристаллы, а также межоперационный и выходной контроль параметров.

6.4. Изготовить тестовые структуры и лабораторные образцы ЛПД в количестве не менее 10 шт. Провести комплекс электрофизических и СВЧ-исследований изготовленных образцов, определить их основные характеристики и установить влияние технологических

параметров, особенностей конструкции и разбросов технологического процесса на электрические, шумовые и высокочастотные параметры приборов.

6.5. Разработать конструкцию и технологию корпусирования высокочастотных шумовых ЛПД, включая способы монтажа кристалла, формирования СВЧ- и электрических соединений и организации теплоотвода. Обеспечить минимизацию паразитных ёмкостей и индуктивностей корпусирования и работоспособность ЛПД в составе генераторов шума в диапазоне частот до 50 ГГц.

6.6. Разработать, смоделировать и изготовить широкополосные согласующие СВЧ-цепи для подключения шумовых кремниевых ЛПД к стандартному 50-омному тракту в диапазонах 100 МГц–18 ГГц, 100 МГц–26,5 ГГц и 500 МГц–50 ГГц. Провести оптимизацию цепей с учетом комплексного импеданса ЛПД и паразитных параметров монтажа. СВЧ-цепь должна включать узел согласования, разделительный конденсатор, резистивный аттенюатор, цепь смещения и развязки ЛПД, а также контактные площадки для монтажа диода.

6.7. Разработать схемы питания, стабилизации и защиты шумовых ЛПД, обеспечивающие заданные напряжение и ток смещения, низкий уровень собственных помех и стабильность шумовых характеристик. Предусмотреть фильтрацию и СВЧ-развязку цепей питания, защиту ЛПД от переходных процессов и средства контроля рабочего режима.

6.8. Разработать и аттестовать в установленном порядке методики измерения и контроля относительной спектральной плотности мощности шума (ОСПМШ), КСВН и температурного дрейфа ОСПМШ экспериментальных образцов генераторов шума. Методики должны устанавливать состав и требования к измерительному оборудованию, условия и последовательность проведения измерений, порядок обработки результатов и оценки неопределенности измерений. Обеспечить метрологическую прослеживаемость результатов измерений к государственным эталонам.

6.9. Разработать технологически унифицированную линейку генераторов шума трёх типоразмеров (литер) с рабочими диапазонами частот 100 МГц–18 ГГц, 100 МГц–26,5 ГГц и 500 МГц–50 ГГц на основе отечественных кремниевых ЛПД. Обеспечить максимальную унификацию элементной базы, конструкции, схем питания и смещения, СВЧ-узлов и технологических процессов изготовления. Для каждого типоразмера разработать оптимизированную согласующую СВЧ-цепь и конструкцию высокочастотного тракта, обеспечивающие требуемые значения ОСПМШ, КСВН и стабильности характеристик во всём рабочем диапазоне частот.

6.10. Изготовить экспериментальные образцы генераторов шума трёх типоразмеров с рабочими диапазонами частот 100 МГц–18 ГГц, 100 МГц–26,5 ГГц и 500 МГц–50 ГГц, по 3 образца каждого типоразмера, всего не менее 9 экспериментальных образцов, на основе разработанных кремниевых ЛПД. Провести их комплексные испытания и внутреннюю валидацию в условиях, приближенных к реальным условиям эксплуатации. Экспериментально подтвердить достижение установленных ключевых характеристик, включая рабочий диапазон частот, ОСПМШ, КСВН, температурную стабильность ОСПМШ и воспроизводимость параметров, и обосновать достижение УГТ 5. Подготовить комплект научно-технической, технологической и испытательной документации, результаты патентных исследований, а также рекомендации по дальнейшему совершенствованию технологии, организации опытного и серийного производства и последовательному переходу к УГТ 6–9.

7. Технические требования к материалу, предполагаемому к созданию (модернизации).

7.1. Ключевые характеристики, для подтверждения которых ставится проект

№ п/п	Наименование характеристики (параметра, показателя назначения), ед. измерения	Количественное значение характеристики Этап экспериментального подтверждения			Прим.
		1	2	3	
1	Пробивное напряжение кремниевого лавинно-пролётного диода (ЛПД), В	8-12	-	-	Пробивное напряжение - значение обратного напряжения на ЛПД, при котором в активной области возникает устойчивый процесс лавинного умножения носителей заряда вследствие ударной ионизации. Значение пробивного напряжения определяется по обратной вольт-амперной характеристике диода при температуре 25С в соответствии с разработанной программой и методикой испытаний.
2	Ёмкость ЛПД диода при нулевом напряжении смещения, фФ	<200	-	-	-
3	Относительная спектральная плотность мощности шума (ОСПМШ), дБ	-	15±1 (100 МГц – 18 ГГц)	15±1 (100 МГц– 26,5 ГГц) 15±1 (500 МГц– 50 ГГц)	Для соответствующего типоразмера.
4	Неравномерность ОСПМШ в диапазоне 100 МГц–18 ГГц, дБ	-	≤±1,5	-	Для соответствующего типоразмера.
5	Неравномерность ОСПМШ в диапазоне 100 МГц–26,5 ГГц, дБ	-	-	≤±2,5	Для соответствующего типоразмера.
6	Неравномерность ОСПМШ в диапазоне 500 МГц–50 ГГц, дБ	-	-	≤±6	Для соответствующего типоразмера.
7	Коэффициент стоячей волны по напряжению (КСВН) выходного СВЧ-тракта генератора шума	-	≤1,35 (100 МГц –	≤1,4 (100 МГц– 26,5	Значения применяются к соответствующим

			18 ГГц)	ГГц) ≤1,7 (500 МГц– 50 ГГц	участкам рабочего частотного диапазона.
8	Температурный дрейф ОСПМШ в диапазоне температур +15 °С ...+35 °С, дБ/°С	-	≤0,02 (100 МГц – 18 ГГц)	≤0,02 (100 МГц– 26,5 ГГц) ≤0,03 (500 МГц– 50 ГГц	Значения применяются к соответствующим участкам рабочего частотного диапазона. При установившемся тепловом режиме и номинальном питании.

7.2. Требования в зависимости от специфики проекта.

№ п/п.	Наименование требования	Описание
1	Функциональные требования и требования к назначению	Экспериментальные образцы генераторов шума должны обеспечивать формирование стабильного широкополосного шумового сигнала, пригодного для измерения коэффициента шума СВЧ-устройств, в диапазонах частот 100 МГц–18 ГГц, 100 МГц–26,5 ГГц и 500 МГц–50 ГГц. Генераторы шума должны быть рассчитаны на подключение к стандартному 50-омному коаксиальному измерительному тракту. Конструктивное исполнение, типы СВЧ-разъёмов, интерфейс питания и порядок интеграции с измерительной техникой Заказчика должны быть согласованы с Заказчиком.
2	Требования к кремниевой полупроводниковой структуре ЛПД	ЛПД должны быть изготовлены на основе отечественных многослойных кремниевых эпитаксиальных структур и обеспечивать устойчивый лавинно-пролётный режим генерации широкополосного шума. Профиль легирования, толщины активных областей и распределение электрического поля должны быть оптимизированы с учётом электрических, шумовых и электротепловых характеристик приборов. Пробивное напряжение ЛПД должно составлять 8–11 В, ёмкость при нулевом напряжении смещения — менее 150 фФ.
3	Требования к технологии изготовления ЛПД	Должен быть разработан и экспериментально отработан полупромышленный технологический маршрут изготовления кремниевых шумовых ЛПД, включающий формирование на эпитаксиальной подложке меза-структуры, изоляции, металлизации контактных областей, пассивации, разделения пластины на кристаллы, межоперационный и выходной контроль параметров. Технологический маршрут должен быть реализуем на производственной базе Исполнителя проекта, обеспечивать воспроизводимость

		характеристик и возможность последующего масштабирования до опытного и серийного производства.
4	Требования к СВЧ-конструкции и согласованию	Для каждого типоразмера должна быть разработана широкополосная СВЧ-цепь, обеспечивающая подключение ЛПД к тракту с волновым сопротивлением 50 Ом. СВЧ-цепь должна включать узел согласования, разделительный конденсатор, резистивный аттенюатор, цепь подачи и развязки напряжения смещения, а также контактные площадки для монтажа ЛПД. Оптимизация должна проводиться с учётом комплексного импеданса ЛПД, параметров корпуса и паразитных параметров монтажа. Значения КСВН должны соответствовать требованиям таблицы ключевых характеристик.
5	Требования к схемам питания, стабилизации и защиты	Для каждого типоразмера должны быть определены номинальные значения напряжения и тока смещения, потребляемая мощность и допустимые отклонения режима питания. Схемы питания должны обеспечивать стабильность рабочего режима ЛПД, низкий уровень собственных помех, фильтрацию и СВЧ-развязку цепей питания. Должны быть предусмотрены ограничение тока, защита от переходных процессов и электростатических разрядов, а также возможность контроля рабочего режима ЛПД.
6	Требования к шумовым характеристикам	Номинальное значение ОСПМШ для каждого типоразмера должно составлять 15 ± 1 дБ. Неравномерность ОСПМШ в рабочем диапазоне частот должна быть не более $\pm 1,5$ дБ для типоразмера 100 МГц–18 ГГц, $\pm 2,5$ дБ для типоразмера 100 МГц–26,5 ГГц и ± 6 дБ для типоразмера 500 МГц–50 ГГц. Относительная спектральная плотность мощности шума должна быть измерена и документирована во всём рабочем диапазоне частот. Не допускается возникновение устойчивой узкополосной генерации, нарушающей назначение шумового источника.
7	Требования к температурной стабильности и условиям эксплуатации	В диапазоне температур окружающей среды от +15 до +35 °С температурный дрейф ОСПМШ должен составлять не более 0,02 дБ/°С. Конструкция генератора, режим питания и теплоотвод должны обеспечивать установившийся тепловой режим и отсутствие необратимой деградации характеристик в процессе испытаний и продолжительной работы. Условия эксплуатации, хранения и транспортирования экспериментальных образцов должны быть установлены в технической документации и согласованы с Заказчиком.
8	Требования к метрологическому обеспечению и контролю пригодности	Должна быть обеспечена возможность измерения пробивного напряжения ЛПД, ёмкости ЛПД, вольт-амперных характеристик, ОСПМШ, КСВН и температурного дрейфа стандартными средствами электрофизических и СВЧ-измерений. Методики

			измерений должны устанавливать состав оборудования, условия и последовательность измерений, алгоритмы обработки результатов и порядок оценки неопределённости. Должна быть обеспечена метрологическая прослеживаемость результатов к государственным первичным эталонам с применением поверенных или калиброванных средств измерений. Организация-исполнитель должна располагать криогенным оборудованием, обеспечивающим стабильное воспроизведение эталонных шумовых температур от 4.2 К и выше, необходимых для калибровки разрабатываемых генераторов шума.
9	Требования технологичности унификации	к и	Три типоразмера генераторов шума должны иметь максимально унифицированные полупроводниковые кристаллы, технологические операции, корпусные элементы, схемы питания и смещения, конструктивные элементы и СВЧ-узлы. Различия между типоразмерами должны определяться преимущественно конструкцией согласующей СВЧ-цепи, типом выходного разъёма и требованиями соответствующего частотного диапазона. Разработанные решения должны быть пригодны для последующего освоения опытного и серийного производства.
10	Требования локализации импортонезависимости	к и	Критическая элементная база - кремниевый шумовой ЛПД - должна быть отечественной разработки и изготовления. Эпитаксиальные структуры, основные технологические операции, корпусирование, монтаж и изготовление СВЧ-цепей должны выполняться преимущественно на территории Российской Федерации. Разработанные технические решения не должны создавать критической зависимости от импортных специализированных шумовых диодов.
11	Требования совместимости последующей интеграции	к и	Генераторы шума должны быть конструктивно и электрически совместимы с измерительной техникой Заказчика и предусматривать возможность последующей интеграции с цифровой архитектурой интеллектуальных функций «умных» генераторов шума, разрабатываемой в рамках отдельного Проекта 2. Должна быть предусмотрена возможность последующего подключения модулей хранения калибровочных характеристик, температурного контроля, идентификации и передачи данных без существенного изменения в конструкции экспериментальных образцов генераторов шума.
12	Требования экспериментальным образцам и внутренней валидации	к	По результатам проекта должны быть изготовлены экспериментальные образцы генераторов шума трёх типоразмеров: 100 МГц–18 ГГц, 100 МГц–26,5 ГГц и 500 МГц–50 ГГц — по 3 образца каждого типоразмера, всего не менее 9 образцов. Образцы должны быть изготовлены в реальном масштабе по полупромышленной технологии и пройти комплексные

		испытания и внутреннюю валидацию в условиях, приближенных к реальным условиям эксплуатации. Результаты испытаний должны содержать объективные свидетельства выполнения технических требований и подтверждать достижение УГТ 5.
--	--	--

8. Требования к структуре, составу и объему выполняемых работ

№ п/п.	Наименование требования	Описание
1	Требования к исходным данным, которые должны использоваться при выполнении проекта.	В качестве обязательных исходных данных использовать: – технологическое предложение № 26-90-00133 и раздел «ПРОЕКТ 1» Формы 3; – Методику оценки УГТ и действующие нормативные документы. Изменение исходных данных допускается только после письменного согласования с Заказчиком. При выполнении проекта должны использоваться: – результаты анализа современной научно-технической литературы и существующих технических решений в области высокочастотных лавинно-пролетных диодов (ЛПД) и генераторов шума СВЧ- и миллиметрового диапазонов; – сведения о физических принципах работы кремниевых лавинно-пролетных диодов и характеристиках, определяющих параметры генерации широкополосного шумового сигнала; – сведения о конструктивных и технологических решениях, применяемых при изготовлении кремниевых ЛПД; – результаты теоретических и экспериментальных исследований, полученные в ходе выполнения проекта; – результаты патентных исследований, проводимых в рамках проекта. Исходные данные должны использоваться в объеме, необходимом для выполнения предусмотренных проектом работ.
2	Требования к составу и объему теоретических исследований.	На 1 этапе (первый год реализации проекта) должны быть проведены теоретические исследования, направленные на отработку технологии изготовления кремниевых лавинно-пролетных диодов, включая: – исследование физических процессов, определяющих характеристики генерации шума в лавинно-пролетном режиме; – проведение патентных исследований; – отработку и выбор технологических процессов изготовления кремниевых лавинно-пролетных диодов, обеспечивающих получение требуемых характеристик;

		– определение основных конструктивных и технологических параметров ЛПД; – проведение расчетов и моделирования полупроводниковых структур; – исследование влияния основных конструктивных и технологических параметров на характеристики ЛПД; – формирование рекомендаций по выбору конструктивных и технологических решений. На 2 и 3 этапах (второй и третий год реализации проекта соответственно) должны проводиться теоретические и расчетные исследования, необходимые для разработки и оптимизации генераторов шума соответствующих частотных диапазонов. Объем теоретических исследований должен быть достаточным для обоснования выбранных технологических и конструкторских решений и выполнения предусмотренных проектом экспериментальных работ.
3	Требования к составу, объему и качеству экспериментальных работ.	На 1 этапе (первый год реализации проекта) должны быть выполнены экспериментальные работы, связанные с изготовлением и исследованием кремниевых лавинно-пролетных диодов, включая: – изготовление лабораторных образцов кремниевых ЛПД; – исследование основных электрических и шумовых характеристик изготовленных образцов; – исследование влияния технологических параметров на характеристики ЛПД; – отработку основных технологических процессов изготовления ЛПД; – анализ результатов экспериментальных исследований и уточнение технологических решений. На 2 этапе (второй год реализации проекта) должны быть выполнены: – проектирование конструкции генератора шума на основе разработанной технологии кремниевых ЛПД; – изготовление экспериментальных образцов генератора шума диапазона 100 МГц–18 ГГц; – разработка программы и методик испытаний экспериментальных образцов генератора шума; – проведение испытаний экспериментальных образцов; – определение основных технических характеристик экспериментальных образцов; – анализ результатов испытаний и оценка соответствия полученных характеристик настоящим техническим требованиям.

		На 3 этапе (третий год реализации проекта) должны быть выполнены: – проектирование конструкций генераторов шума диапазонов 100 МГц–26,5 ГГц и 500 МГц–50 ГГц; – изготовление экспериментальных образцов генераторов шума диапазонов 100 МГц–26,5 ГГц и 500 МГц–50 ГГц; – проведение испытаний экспериментальных образцов; – определение основных технических характеристик экспериментальных образцов; – анализ результатов испытаний и оценка соответствия полученных характеристик настоящим техническим требованиям. Объем и качество экспериментальных работ должны определяться программой и методиками испытаний, а также условиями настоящих технических требований.
4	Требования метрологическому обеспечению экспериментальных исследований.	к Экспериментальные исследования должны проводиться с применением средств измерений и испытательного оборудования, обеспечивающих измерение основных характеристик кремниевых лавинно-пролетных диодов и генераторов шума в соответствующих диапазонах частот. Для проведения измерений основных характеристик генераторов шума должны быть разработаны программы и методики испытаний, устанавливающие порядок проведения измерений, условия их проведения, применяемые средства измерений, методы обработки результатов и характеристики погрешности измерений. При проведении экспериментальных исследований должны определяться следующие характеристики генераторов шума: - номинальная избыточная относительная спектральная плотность мощности шума (ОСПМШ); – неравномерность ОСПМШ в рабочем диапазоне частот; – коэффициент стоячей волны по напряжению (КСВН); – температурный дрейф ОСПМШ. Погрешность измерения неравномерности ОСПМШ, КСВН и температурного дрейфа характеристик должна устанавливаться в соответствующих программах и методиках испытаний с учетом настоящих технических требований. Результаты испытаний должны оформляться соответствующими актами и протоколами с указанием полученных значений измеряемых характеристик и погрешности измерений.

5	Требования к разработке, изготовлению и испытаниям макетов (моделей, экспериментальных образцов), в зависимости от характера (специфики) выполняемого проекта и требований отраслевых стандартов.	Для экспериментальной проверки разработанных технологических и конструктивных решений должны быть изготовлены и испытаны: – на 1 этапе - лабораторные образцы кремниевых лавинно-пролетных диодов (не менее 10 штук); – на 2 этапе - экспериментальные образцы генератора шума диапазона 100 МГц–18 ГГц (не менее 3 штук); – на 3 этапе - экспериментальные образцы генераторов шума диапазонов 100 МГц–26,5 ГГц (не менее 3 штук) и 500 МГц–50 ГГц (не менее 3 штук). Разработка программ и методик испытаний экспериментальных образцов должна осуществляться до проведения соответствующих испытаний. Испытания экспериментальных образцов должны проводиться в соответствии с разработанными и согласованными, в установленном порядке программами и методиками испытаний. На 1 этапе испытания должны обеспечивать экспериментальную проверку разработанной технологии изготовления кремниевых ЛПД и определение их основных характеристик. На 2 этапе испытания должны обеспечивать проверку работоспособности экспериментальных образцов генератора шума диапазона 100 МГц–18 ГГц и определение его основных технических характеристик. На 3 этапе испытания должны обеспечивать проверку работоспособности экспериментальных образцов генераторов шума диапазонов 100 МГц–26,5 ГГц и 500 МГц–50 ГГц и определение их основных технических характеристик. Результаты испытаний должны быть оформлены соответствующими актами и протоколами.
6	Требования к проведению патентных исследований.	Патентные исследования должны проводиться на 1 этапе выполнения проекта в соответствии с ГОСТ Р 15.011. При проведении патентных исследований должен быть выполнен анализ существующих технических решений в области технологии изготовления кремниевых лавинно-пролетных диодов и генераторов шума на их основе, включая анализ патентной документации Российской Федерации и зарубежных стран. По результатам патентных исследований должны быть определены существующие технические решения, относящиеся к разрабатываемой технологии, а также оценены возможные направления правовой охраны результатов интеллектуальной деятельности, полученных при

		выполнении проекта. Результаты патентных исследований должны быть оформлены отчетом о патентных исследованиях в соответствии с ГОСТ Р 15.011.
7	Требования к подготовке предложений (рекомендаций) по реализации результатов проекта.	По результатам выполнения проекта должны быть подготовлены предложения по дальнейшему применению и развитию разработанной технологии изготовления кремниевых лавинно-пролетных диодов и генераторов шума. Предложения должны содержать рекомендации по дальнейшей отработке технологии и направлениям практического применения полученных результатов, а также потенциальной интеграции разработанных устройств в измерительные системы большего масштаба.
8	Требования к предполагаемым результатам исследований и чем должна заканчиваться работа по теме.	По результатам выполнения проекта должна быть разработана и экспериментально отработана технология изготовления кремниевых лавинно-пролетных диодов, предназначенных для использования в составе сверхширокополосных генераторов шума. Работа по проекту должна завершаться изготовлением и испытаниями экспериментальных образцов генераторов шума: – диапазона 100 МГц–18 ГГц; – диапазона 100 МГц–26,5 ГГц; – диапазона 500 МГц–50 ГГц. По результатам испытаний должны быть определены основные технические характеристики экспериментальных образцов и подтверждена возможность их применения в СВЧ-измерительных системах и средствах метрологии. Результаты выполнения проекта должны соответствовать настоящим техническим требованиям и обеспечивать достижение требуемого уровня готовности технологии УГТ 5.
9	Требования к перечню (составу и видам) разрабатываемых документов.	В ходе выполнения проекта должна быть разработана следующая научно-техническая документация: – лабораторная технологическая документация на технологические процессы изготовления кремниевых лавинно-пролетных диодов; – конструкторская документация на экспериментальные образцы генераторов шума диапазонов 100 МГц–18 ГГц, 100 МГц–26,5 ГГц и 500 МГц–50 ГГц; – программы и методики испытаний лабораторных и экспериментальных образцов; – протоколы экспериментальных исследований и испытаний; – отчет о патентных исследованиях в соответствии с ГОСТ Р 15.011;

		– промежуточные и заключительный научно-технические отчеты о выполнении проекта в соответствии с требованиями ГОСТ 7.32, содержащие результаты теоретических и экспериментальных исследований, результаты патентных исследований, результаты испытаний экспериментальных образцов, выводы и рекомендации.
10	Требования к порядку согласования с заказчиком разрабатываемых в проекте документов, в том числе программ и методик испытаний макетов (моделей, экспериментальных образцов, места проведения их испытаний и др.), конструкторской и другой технической документации	Разрабатываемые в ходе выполнения проекта программы и методики испытаний, лабораторная технологическая документация на изготовление кремниевых лавинно-пролетных диодов, конструкторская документация на экспериментальные образцы генераторов шума и иная техническая документация должны согласовываться с Заказчиком технологического предложения в установленном порядке. Программы и методики испытаний экспериментальных образцов должны быть согласованы до начала проведения соответствующих испытаний. Места проведения испытаний экспериментальных образцов должны быть согласованы с Заказчиком до проведения испытаний.
11	Требования по обеспечению сохранения коммерческой тайны.	Результаты проекта и разрабатываемая в ходе его выполнения научно-техническая документация не должны содержать сведений, составляющих государственную тайну. При выполнении проекта должны соблюдаться требования по защите информации ограниченного доступа и коммерческой тайны в соответствии с законодательством Российской Федерации и установленными в организации-заказчике требованиями к работе с информацией такого рода. Специальные требования к режиму коммерческой тайны в рамках настоящего проекта не предъявляются.
12	Требования по расчету планируемого экономического эффекта от реализации результатов проекта.	На заключительном этапе выполнить расчет планируемого экономического эффекта от внедрения результатов проекта. Расчет должен учитывать замещение импортных шумовых диодов фирмы NOISECOM и генераторов шума зарубежных производителей, прогнозную себестоимость отечественного ЛПД и генератора, объемы производства и продаж, расходы на освоение технологии, снижение валютных, логистических и сервисных рисков, уровень локализации 85–95%, срок окупаемости и чувствительность результата к ключевым предпосылкам.
13	Требования необходимости согласования ТЗ с головным	Обязательное согласование технического задания с головным научно-исследовательским институтом

	научно- исследовательским институтом по виду техники (деятельности).	по виду техники не устанавливается. Техническое задание и изменения к нему согласовываются с Заказчиком. По решению Заказчика отдельные разделы по метрологическому обеспечению могут быть направлены на экспертное согласование во ФГУП «ВНИИФТРИ», а разделы по технологии полупроводниковых приборов - в профильную организацию, включая АО «НИИПП».
14	Требования необходимости привлечения организации-рецензента и направления ОНТД на рецензию перед рассмотрением на НТС (секции НТС).	Не предъявляются

9. Порядок приемки проекта (этапов проекта)

Порядок выполнения и приёмки проекта (этапов проекта) должен соответствовать требованиям ГОСТ Р 15.101 и ГОСТ Р 53736.

1. Приёмка проекта и его этапов осуществляется комиссией, утверждённой организацией-Заказчиком технологического предложения, а результатом её деятельности является акт приёмки на всех этапах выполнения проекта.

2. Организация-Исполнитель за 20 дней до завершения работы (этапа работы) предоставляет организации-Заказчику уведомление о готовности к приёмке этапа проекта.

3. К приёмке предъявляется отчётная научно-техническая документация в соответствии с техническим заданием и календарным планом выполнения работы.

4. Вся отчётная документация представляется организации-Заказчику технологического предложения в отпечатанном виде и на электронных носителях за 20 дней до завершения проекта (этапа проекта).

Планируемые мероприятия:

Этап 1 (первый год реализации проекта) – промежуточный:

1.1. Проведение аналитического обзора современной научно-технической литературы и существующих технических решений в области высокочастотных кремниевых лавинно-пролетных диодов (ЛПД) и генераторов шума СВЧ- и миллиметрового диапазонов Отчетный документ: Глава промежуточного научно-технического отчета.

1.2. Проведение патентных исследований в области технологии изготовления кремниевых ЛПД и генераторов шума на их основе в соответствии с ГОСТ Р 15.011 Отчетный документ: Отчет о патентных исследованиях по ГОСТ Р 15.011.

1.3. Проведение теоретических исследований физических процессов, определяющих характеристики генерации шума в лавинно-пролетном режиме Отчетный документ: Глава промежуточного научно-технического отчета.

1.4. Проведение расчетов и моделирования полупроводниковых структур; исследование влияния конструктивных и технологических параметров на электрические и шумовые характеристики кремниевых ЛПД Отчетный документ: Материалы расчетов и моделирования; глава промежуточного научно-технического отчета.

1.5. Выбор конструктивных параметров полупроводниковой структуры и разработка технологического маршрута изготовления лабораторных образцов кремниевых ЛПД Отчетный документ: Лабораторная технологическая документация.

1.6. Разработка программы и методик экспериментальных исследований электрических и шумовых характеристик кремниевых ЛПД Отчетный документ: Программа и методики испытаний кремниевых ЛПД.

1.7. Изготовление лабораторных образцов кремниевых ЛПД Отчетный документ:

Акт изготовления лабораторных образцов кремниевых лавинно-пролетных диодов.

1.8. Проведение исследований основных электрических и шумовых характеристик ЛПД Отчетный документ: Акт и протокол испытаний лабораторных образцов кремниевых лавинно-пролетных диодов.

1.9. Анализ результатов экспериментальных исследований, уточнение конструктивных и технологических решений и отработка основных технологических процессов изготовления кремниевых ЛПД Отчетный документ: Лабораторная технологическая документация; глава промежуточного научно-технического отчета.

1.10. Обобщение результатов работ первого этапа и предъявление этапа к приемке в соответствии с ГОСТ Р 15.101 → Отчетный документ: Промежуточный научно-технический отчет; комплект отчетной документации этапа; уведомление о готовности этапа к приемке; акт приемки этапа.

Этап 2 (второй год реализации проекта) – промежуточный:

2.1. Проведение теоретических и расчетных исследований (численное моделирование) конструкции экспериментальных образцов генератора шума диапазона 100 МГц–18 ГГц и на основе разработанной технологии кремниевых ЛПД Отчетный документ: Материалы расчетов; глава промежуточного научно-технического отчета.

2.2. Разработка конструкторской документации на экспериментальные образцы генератора шума диапазона 100 МГц–18 ГГц → Отчетный документ: Комплект конструкторской документации на экспериментальные образцы генератора шума диапазона 100 МГц–18 ГГц.

2.3. Разработка программы и методик испытаний экспериментальных образцов генератора шума диапазона 100 МГц–18 ГГц Отчетный документ: Программа и методики испытаний экспериментальных образцов генераторов шума.

2.4. Изготовление экспериментальных образцов генератора шума диапазона 100 МГц–18 ГГц Отчетный документ: Акт изготовления экспериментальных образцов генератора шума диапазона 100 МГц–18 ГГц.

2.5. Проведение испытаний экспериментальных образцов генератора шума с определением относительной спектральной плотности мощности шума (ОСПМШ), неравномерности ОСПМШ, КСВН и температурного дрейфа характеристик Отчетный документ: Протокол испытаний экспериментальных образцов генератора шума диапазона 100 МГц–18 ГГц.

2.6. Анализ результатов испытаний и оценка соответствия характеристик экспериментальных образцов требованиям проекта; уточнение конструктивных решений → Отчетный документ: Глава промежуточного научно-технического отчета.

2.7. Обобщение результатов работ второго этапа и предъявление этапа к приемке в соответствии с ГОСТ Р 15.101 → Отчетный документ: Промежуточный научно-технический отчет; комплект отчетной документации этапа; уведомление о готовности этапа к приемке; акт приемки этапа.

Этап 3 (третий год реализации проекта) – заключительный:

3.1. Разработка и расчет конструкций экспериментальных образцов генераторов шума диапазонов 100 МГц–26,5 ГГц и 500 МГц–50 ГГц → Отчетный документ: Материалы расчетов; глава заключительного научно-технического отчета.

3.2. Разработка конструкторской документации на экспериментальные образцы генераторов шума диапазонов 100 МГц–26,5 ГГц и 500 МГц–50 ГГц → Отчетный документ: Комплект конструкторской документации на экспериментальные образцы генераторов шума.

3.3. Разработка программы и методик испытаний экспериментальных образцов генератора шума диапазонов 100 МГц–26,5 ГГц и 500 МГц–50 ГГц Отчетный документ: Программа и методики испытаний экспериментальных образцов генератора шума.

3.4. Изготовление экспериментальных образцов генераторов шума диапазонов 100 МГц–26,5 ГГц и 500 МГц–50 ГГц Отчетный документ: Акт изготовления

экспериментальных образцов генераторов шума диапазонов 100 МГц–26,5 ГГц и 500 МГц–50 ГГц.

3.5. Проведение испытаний экспериментальных образцов генератора шума с определением относительной спектральной плотности мощности шума (ОСПМШ), неравномерности ОСПМШ, КСВН и температурного дрейфа характеристик Отчетный документ: Протокол испытаний экспериментальных образцов генераторов шума диапазонов 100 МГц–26,5 ГГц и 500 МГц–50 ГГц.

3.6. Анализ результатов испытаний, оценка соответствия установленным требованиям и проведение внутренней валидации экспериментальных образцов для подтверждения достижения УГТ 5 Отчетный документ: Протокол внутренней валидации; глава заключительного научно-технического отчета.

3.7. Оформление окончательной лабораторной технологической документации и подготовка предложений по дальнейшему применению и развитию разработанной технологии и генераторов шума Отчетный документ: Комплект лабораторной технологической документации.

3.8. Подготовка проекта ТЗ на выполнение ОКР по теме → Отчетный документ: Проект ТЗ на выполнение ОКР.

3.9. Обобщение результатов проекта, оформление заключительного научно-технического отчета и предъявление проекта к приемке в соответствии с ГОСТ Р 15.101 Отчетный документ: Заключительный научно-технический отчет; комплект отчетной документации проекта (лабораторной технологической и конструкторской); уведомление о готовности проекта к приемке; акт приемки проекта.

10. Перечень научно-технической документации, регламентирующий выполнение поставленных заказчиком технологического предложения требований и проекта в целом

Выполнение проекта, а также разработка, оформление, согласование и утверждение научно-технической документации должны осуществляться в соответствии с требованиями следующих нормативных документов:

- ГОСТ Р 15.101 «Система разработки и постановки продукции на производство. Порядок выполнения научно-исследовательских работ»;

- ГОСТ 7.32 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления»;

- ГОСТ Р 15.011 «Интеллектуальная собственность. Патентные исследования. Содержание и порядок проведения»;

- ГОСТ Р 2.001 «Единая система конструкторской документации. Общие положения»;

- ГОСТ Р 2.102 «Единая система конструкторской документации. Виды и комплектность конструкторских документов»;

- ГОСТ Р 2.105 «Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам»;

- ГОСТ Р 2.106 «Единая система конструкторской документации. Текстовые документы»;

- ГОСТ Р 3.001 «Единая система технологической документации. Общие положения»;

- ГОСТ Р 3.102 «Единая система технологической документации. Стадии разработки и виды технологических документов»;

- ГОСТ 3.1105 «Единая система технологической документации. Формы и правила оформления документов общего назначения»;

- ГОСТ Р 8.563 «Государственная система обеспечения единства измерений. Методики (методы) измерений».

11. Дополнительные сведения (показатели)

11.1. Перечень создаваемых по итогам выполнения проекта прототипов (макет, лабораторный, экспериментальный, репрезентативный, опытный, контрольный образец гражданской продукции (продукта, товара), изготовленный по полученной (созданной или усовершенствованной) в рамках реализации Проекта технологии)

№ п/п	Прототип/образец	Вид образца	Краткое отличительное наименование образца
1	образец для производства ЭКБ	лабораторный образец	Лабораторный образец шумового ЛПД (не менее 10 штук).
2	образец для производства ЭКБ	экспериментальный образец	Экспериментальные образцы трёх типоразмеров: 10 МГц–18 ГГц (не менее 3 штук), 10 МГц–26,5 ГГц (не менее 3 штук) и 500 МГц–50 ГГц (не менее 3 штук), изготовленные по полупромышленной технологии и прошедшие внутреннюю валидацию.

11.2. Требуемый уровень готовности технологии (УГТ) по результатам выполнения проекта.

УГТ	5
Название уровня готовности технологии	Пятый уровень готовности технологий «Получение экспериментального образца».
Описание основных характеристик уровня готовности технологии	изготовлен и испытан экспериментальный образец (образец продукции, обладающий основными признаками намечаемой к разработке продукции, изготавливаемый в целях проверки предлагаемых решений и уточнения отдельных характеристик для использования их при разработке этой продукции) в реальном масштабе по полупромышленной (осуществляемой в условиях производства, но не являющейся частью производственного процесса) технологии, воспроизведены основные внешние условия. Проведено внутреннее подтверждение посредством представления объективных свидетельств того, что требования, предназначенные для конкретного использования или применения, выполнены (далее - валидация). Под валидацией в том числе может подразумеваться клиническое исследование или клиническое испытание. Интегрированы основные элементы экспериментального образца с элементами технологии.
Результаты, соответствующие уровню готовности технологии	инициатор должен изготовить экспериментальный образец и провести его внутреннюю валидацию в условиях, приближенных к реальным. Допустимо воспроизведение условий не в полном объеме, поскольку это не окажет влияния на основные функции продукции и план валидации. Инициатор должен: осуществлять валидацию по технологии в условиях производства, которая не является частью производственного процесса;

	воспроизвести при испытаниях основные внешние условия, включая окружающую среду, которые предполагаются при эксплуатации продукции; интегрировать основные элементы экспериментального образца продукции с другими элементами технологии в целях повышения производительности и качества операций, а также снижения эксплуатационных затрат; представить экспертной организации сведения о разработке экспериментального образца продукции и результаты проведения внутренней валидации экспериментального образца.
--	--

Технические требования (исходные данные) организации-заказчика технологического предложения

1. Код классификатора по направлению «Микроэлектроника»

11-511

2. Наименование технологического предложения

№ 26-90-00133

Разработка технологии сверхширокополосных «умных» генераторов шума до 50 ГГц на основе лавинно-пролетных диодов.

3. Организация-заказчик технологического предложения

ООО «Планар»

4. Наименование проекта

№ 26-91-13040

Разработка цифровой архитектуры интеллектуальных СВЧ генераторов шума.

5. Финансирование проекта

Объем запрашиваемого финансирования проекта (тыс. рублей)			Планируемый объем софинансирования проекта (не менее 5%) (тыс. рублей)		
для 1 этапа	для 2 этапа	для 3 этапа	для 1 этапа	для 2 этапа	для 3 этапа
10 000	10 000	10 000	500	500	500

Вид научных исследований.

Проект предусматривает проведение **прикладных** научных исследований.

6. Задачи выполнения проекта

6.1. Сформировать и согласовать с Заказчиком техническую концепцию и облик отечественного интеллектуального («умного») СВЧ генератора шума в рамках цифровой архитектуры интеллектуальных («умных») СВЧ генераторов шума и его программного обеспечения для функционирования в составе измерительной системы измерения коэффициента шума на основе векторных анализаторов цепей (ВАЦ) Заказчика.

6.2. Разработать протоколы управления интеллектуального («умного») СВЧ генератора шума, позволяющие использовать интеллектуальный («умный») СВЧ генератор шума в составе измерительной системы измерения коэффициента шума на основе ВАЦ Заказчика, включая формат хранения и передачи индивидуальных калибровочных характеристик относительной спектральной плотности мощности шума ОСПМШ(f) (ENR), автоматическую идентификацию прибора и самодиагностику.

6.3. Разработать конструкцию и схемотехнику цифровой части архитектуры интеллектуального («умного») СВЧ генератора шума, позволяющую регулировать ток лавинно-пролётного диода (ЛПД).

6.4. Разработать встроенное программное обеспечение цифровой части и программные средства интеграции с измерительной системой: автоматическая загрузка калибровочных данных, температурная коррекция, управление состоянием и током интеллектуального («умного») СВЧ генератора шума в процессе измерений.

6.5. Цифровая архитектура интеллектуального («умного») СВЧ генератора шума и встроенное программное обеспечение должны обеспечивать поддержку методик измерения и контроля спектральной плотности мощности шума (СПМШ), КСВН и температурного дрейфа СПМШ разрабатываемых ЛПД и экспериментальных образцов интеллектуальных («умных») СВЧ генераторов шума в соответствии с парным проектом.

6.6. Изготовить макет цифровой части интеллектуального («умного») СВЧ генератора шума.

6.7. Изготовить лабораторный образец цифровой части и провести лабораторные испытания, в том числе с использованием макетных шумовых источников.

6.8. Провести прикладные научные исследования: а) исследование снижения погрешности измерения коэффициента шума при использовании интеллектуального генератора шума (индивидуальная калибровочная характеристика, температурная коррекция, автоматическая передача данных) по сравнению с табличной калибровкой с шагом сетки 1 ГГц; б) исследование зависимости шумовых характеристик интеллектуального («умного») СВЧ генератора шума от тока смещения шумового диода и возможности выравнивания ОСПМШ (ENR) регулировкой тока диода под текущую частоту измерения, задаваемую измерительной системой; в) исследование влияния согласования выходного тракта интеллектуального («умного») СВЧ генератора шума на точность измерения коэффициента шума и возможности использования данных о собственном согласовании в алгоритмах измерения.

6.9. Изготовить экспериментальный образец интеллектуального («умного») СВЧ генератора шума и провести испытания в составе измерительной системы измерения коэффициента шума на основе ВАЦ Заказчика.

7. Технические требования к материалу, предполагаемому к созданию (модернизации).

7.1. Ключевые характеристики, для подтверждения которых ставится проект

№ п/п	Наименование характеристики (параметра, показателя назначения), ед. измерения	Количественное значение характеристики Этап экспериментального подтверждения			Прим.
		1	2	3	
1	Встроенная энергонезависимая память с индивидуальной калибровочной характеристикой ОСПМШ(f) (ENR)	-	да	да	наличие
2	Число частотных точек калибровочной характеристики, шт.	-	201	201	не менее
3	Автоматическая передача калибровочных данных в измерительную систему	-	да	да	наличие; без ручного ввода данных оператором
4	Автоматическая идентификация прибора измерительной системой (модель, серийный номер, дата калибровки)	-	да	да	наличие
5	Встроенный датчик температуры; температурная коррекция ОСПМШ (ENR)	-	да	да	наличие
6	Программная регулировка тока шумового диода, разрядность, бит	-	12	12	не менее
7	Программная установка тока шумового диода по частотно-зависимому профилю (режим	-	-	да	наличие; эффективность выравнивания

	выравнивания ОСПМШ (ENR) под частоту измерения)				оценивается по результатам исследования (п. 6 задач)
8	Цифровые интерфейсы передачи данных	-	USB	USB, LAN	наличие
9	Самодиагностика; контроль целостности калибровочных данных контрольной суммой	-	да	да	наличие
10	Совместимость с программным обеспечением измерения коэффициента шума измерительных комплексов организации-заказчика	-	-	да	демонстрация в составе комплекса

7.2. Требования в зависимости от специфики проекта.

№ п/п.	Наименование требования	Описание
1	Функциональные требования и требования к назначению	Цифровой модуль должен обеспечивать функции интеллектуального генератора шума (хранение и автоматическая передача ОСПМШ(f) (ENR), идентификация, температурная коррекция, программная регулировка тока, самодиагностика) для трёх типоразмеров интеллектуальных («умных») СВЧ генераторов шума: 100 МГц – 18 ГГц, 100 МГц – 26,5 ГГц, 500 МГц – 50 ГГц. Модуль должен быть максимально унифицирован для всех типоразмеров.
2	Требования к совместимости с парным проектом	Электрические, конструктивные и программные интерфейсы стыковки цифровой части с шумовыми генераторами на отечественных кремниевых ЛПД (проект «Кремниевая технология сверхширокополосных шумовых источников до 50 ГГц для отечественных СВЧ-измерительных систем и метрологии») согласуются между проектами на первом этапе. Физические параметры шумового диода — по техническим требованиям парного проекта.
3	Требования по эксплуатации, удобству технического обслуживания	Не предъявляются.
4	Требования по ресурсосбережению	Не предъявляются.
5	Требования по безопасности	Не предъявляются.
6	Требования по видам обеспечения	Программное обеспечение: протоколы обмена — совместимы с алгоритмами измерения коэффициента шума приборов ООО «ПЛАНАР».
7	Требования к показателям назначения технологического процесса	Не предъявляются.

8	Требования к отчётным документам	Разрабатываемые отчётные документы должны соответствовать требованиям ГОСТ 7.32.
---	----------------------------------	--

8. Требования к структуре, составу и объёму выполняемых работ

№ п/п.	Наименование требования	Описание
1	Требования к исходным данным, которые должны использоваться при выполнении проекта.	В качестве обязательных исходных данных использовать: технические характеристики шумовых ЛПД и аналоговой части интеллектуальных («умных») СВЧ генераторов шума трёх типоразмеров (по парному проекту); алгоритмы и протоколы измерения коэффициента шума измерительных комплексов организации-заказчика; параметры питания и управления шумовым диодом. Сроки предоставления исходных данных определяются планом-графиком взаимодействия с организацией-заказчиком и исполнителем парного проекта.
2	Требования к составу и объёму теоретических исследований.	На первом этапе должны быть выполнены: анализ архитектур и протоколов интеллектуальных генераторов шума; проектирование цифровой архитектуры (аппаратной и программной) с разделением на метрологически значимую и незначимую части; разработка формата калибровочных характеристик ОСПМШ(f) (ENR) и протоколов обмена; разработка алгоритмов температурной коррекции и выравнивания ОСПМШ (ENR) регулировкой тока; разработка методик прикладных исследований (п. 6 задач); анализ вычислительных погрешностей алгоритмов.
3	Требования к составу, объёму и качеству экспериментальных работ.	На первом этапе - макетирование цифровой части и исследование макета (интеллектуальные («умные») СВЧ генераторы шума по парному проекту на первом этапе не изготавливаются). На втором этапе - лабораторные испытания образца по характеристикам пп. 1–6, 8, 9 таблицы п. 7.1, в том числе с использованием макетных шумовых источников. На третьем этапе — интеграция с экспериментальными образцами интеллектуальных («умных») СВЧ генераторов шума трёх типоразмеров (по мере их изготовления по парному проекту), испытания экспериментального образца в составе измерительной системы по всем характеристикам п. 7.1, внутренняя валидация, завершение прикладных исследований. Объём испытаний - по программе и методикам испытаний (ПМИ), согласованным с организацией-заказчиком; воспроизводимость результатов подтверждается в соответствии с ПМИ. Прикладные исследования (п. 6 задач) носят поисковый характер; отрицательный

		результат исследования (в том числе недостижимость или ограниченная эффективность выравнивания ОСПМШ (ENR) регулировкой тока диода) не является невыполнением проекта и оформляется обоснованием в научно-техническом отчёте.
4	Требования к метрологическому обеспечению экспериментальных исследований.	Экспериментальные исследования должны проводиться с применением аттестованных средств измерений организации-исполнителя и/или организации-заказчика (векторный анализатор цепей с программной опцией измерения коэффициента шума, средства измерения температуры) с характеристиками, достаточными для подтверждения требований п. 7.1.
5	Требования к разработке, изготовлению и испытаниям макетов (моделей, экспериментальных образцов), в зависимости от характера (специфики) выполняемого проекта и требований отраслевых стандартов.	На каждом этапе изготавливается и испытывается прототип в соответствии с п. 11.1: макет цифрового модуля (УГТ3), лабораторный образец (УГТ4), экспериментальный образец цифрового модуля в составе интеллектуальных («умных») СВЧ генераторов шума трёх типоразмеров (УГТ5). На заключительном этапе испытаниям подвергается экспериментальный образец, соответствующий требуемому УГТ по п. 11.2. Испытания - по ПМИ, согласованным с организацией-заказчиком.
6	Требования к проведению патентных исследований.	Патентные исследования проводятся на первом этапе выполнения проекта в соответствии с ГОСТ Р 15.011 в целях определения технического уровня, тенденций развития и патентной чистоты разрабатываемых решений в отношении Российской Федерации, а также оценки целесообразности правовой охраны создаваемых собственных решений. Объём, глубина и регламент поиска устанавливаются заданием на патентные исследования, согласованным с заказчиком и утверждаемым организацией-исполнителем. На последующих этапах при получении результатов интеллектуальной деятельности, способных к правовой охране (ст. 1225 ГК РФ), при необходимости проводятся дополнительные патентные исследования.
7	Требования к подготовке предложений (рекомендаций) по реализации результатов проекта.	По результатам выполнения проекта должны быть подготовлены предложения по постановке интеллектуальных генераторов шума на производство и их интеграции в измерительные комплексы с учётом технологических возможностей организации-заказчика.
8	Требования к предполагаемым результатам исследований и чем должна заканчиваться работа по теме.	По результатам выполнения проекта должны быть получены: отчёт о патентных исследованиях по ГОСТ Р 15.011, (на основании которого принимается решение о целесообразности охраны получаемых РИД, в случае необходимости подается заявка на РИД); техническое задание на цифровой

		модуль; проектная документация (архитектура, протоколы обмена); программная документация на встроенное ПО и ПО интеграции (состав - по ведомости программных документов, определяемой организацией-исполнителем); эксплуатационная документация в объёме, необходимом для применения экспериментальных образцов; ПМИ и протоколы испытаний; результаты прикладных исследований (пп. а)–в) п. 6 задач) в составе научно-технических отчётов; экспериментальный образец интеллектуального («умного») СВЧ генератора шума (1 шт.), испытанный в составе интеллектуальных («умных») СВЧ генераторов шума трёх типоразмеров; промежуточные и заключительный научно-технические отчёты по ГОСТ 7.32.
9	Требования к перечню (составу и видам) разрабатываемых документов.	В ходе выполнения проекта должна быть разработана документация: конструкторская, программная, эксплуатационная, испытательная (ПМИ, протоколы, акты). Документация представляется в электронном виде; на бумажном носителе - документы, требующие подписания, в одном экземпляре. На каждом этапе разрабатывается научно-технический отчет в соответствии с требованиями ГОСТ 7.32.
10	Требования к порядку согласования с заказчиком разрабатываемых в проекте документов, в том числе программ и методик испытаний макетов (моделей, экспериментальных образцов, места проведения их испытаний и др.), конструкторской и другой технической документации	Согласованию с организацией-заказчиком подлежат: техническое задание на цифровой модуль, программы и методики испытаний, протоколы интерфейсов стыковки (с парным проектом и измерительными комплексами). Остальная документация предъявляется при приёме этапов.
11	Требования по обеспечению сохранения коммерческой тайны.	Результаты проекта не должны содержать сведений, составляющих государственную тайну или относимых к охраняемой в соответствии с законодательством Российской Федерации иной информации ограниченного доступа. Дополнительные требования конфиденциальности - по соглашению сторон.
12	Требования по расчету планируемого экономического эффекта от реализации результатов проекта.	Не предъявляются

13	Требования необходимости согласования ТЗ с головным научно-исследовательским институтом по виду техники (деятельности).	Не предъявляются
14	Требования необходимости привлечения организации-рецензента и направления ОНТД на рецензию перед рассмотрением на НТС (секции НТС).	Не предъявляются

9. Порядок приемки проекта (этапов проекта)

Порядок выполнения и приёмки НИР (этапов НИР) должен соответствовать требованиям ГОСТ Р 15.101. Приёмка проекта и его этапов осуществляется комиссией, утверждённой организацией-заказчиком технологического предложения; результат её деятельности — акт приёмки на всех этапах выполнения проекта. Организация-исполнитель за 20 дней до завершения работы (этапа работы) предоставляет организации-заказчику уведомление о готовности к приёмке этапа проекта. К приёмке предъявляется отчётная научно-техническая документация в соответствии с техническим заданием и календарным планом; приёмка сопровождается демонстрацией результатов этапа (макета, лабораторного образца, экспериментального образца). Вся отчётная документация представляется организации-заказчику в электронном виде за 20 дней до завершения работы (этапа работы); документы, требующие подписания (научно-технические отчёты, акты, программы и методики испытаний), — дополнительно на бумажном носителе в одном экземпляре. Указанные сроки действуют при условии своевременного предоставления исходных данных организацией-заказчиком. Сроки выполнения работ, зависящих от результатов парного проекта (экспериментальных образцов интеллектуальных («умных») СВЧ генераторов шума на отечественных ЛПД), корректируются в случае задержки их предоставления.

Планируемые мероприятия:

Этап 1 (первый год реализации проекта) – Промежуточный отчет

1.1. Проведение патентных исследований в области цифровых архитектур интеллектуальных генераторов шума. Отчетный документ: Отчёт о патентных исследованиях по ГОСТ Р 15.011.

1.2. Анализ требований: архитектуры и протоколы интеллектуальных генераторов шума, требования интеграции с измерительными комплексами. Отчетный документ: Раздел промежуточного научно-технического отчёта.

1.3. Формирование и согласование с Заказчиком технической концепции и облика интеллектуального («умного») СВЧ генератора шума; разработка цифровой архитектуры, формата калибровочных характеристик ОСПМШ(f) (ENR) и протоколов управления → Отчетный документ: Согласованная концепция; раздел промежуточного научно-технического отчёта.

1.4. Разработка проекта протокола интерфейсов стыковки с парным проектом и измерительными комплексами организации-заказчика; согласование — по готовности исполнителя парного проекта. Отчетный документ: Проект протокола интерфейсов стыковки.

1.5. Разработка технического задания на цифровой модуль. Отчетный документ: Техническое задание на цифровой модуль.

1.6. Разработка методик прикладных исследований (погрешность измерения коэффициента шума; регулировка тока; влияние согласования) Отчетный документ: Методики исследований.

1.7. Изготовление макета цифрового модуля; разработка первой версии встроенного программного обеспечения Отчетный документ: Акт изготовления макета.

1.8. Исследования макета цифрового модуля Отчетный документ: Протокол исследований макета; раздел промежуточного отчёта.

1.9. Обобщение результатов работ первого этапа и предъявление этапа к приёмке в соответствии с ГОСТ Р 15.101- Отчетный документ: Промежуточный научно-технический отчёт; комплект отчётной документации.

Этап 2 (второй год реализации проекта) – Промежуточный отчет.

2.1. Разработка схемотехники и конструкции цифрового модуля Отчетный документ: Конструкторская документация.

2.2. Разработка встроенного программного обеспечения и программных средств интеграции с измерительными комплексами Отчетный документ: Программная документация.

2.3. Изготовление лабораторного образца цифрового модуля Отчетный документ: Акт изготовления лабораторного образца.

2.4. Лабораторные испытания (характеристики пп. 1–6, 8, 9 таблицы п. 7) Отчетный документ: ПМИ; протокол испытаний.

2.5. Прикладные исследования (пп. а)–в) п. 6.8 задач: погрешность измерения коэффициента шума; регулировка тока; влияние согласования - включая расчётное моделирование) с использованием макетных шумовых источников Отчетный документ: Протоколы исследований.

2.6. Обобщение результатов работ второго этапа и предъявление этапа к приёмке в соответствии с ГОСТ Р 15.101 Отчетный документ: Промежуточный научно-технический отчёт; комплект отчётной документации.

Этап 3 (третий год реализации проекта) – Заключительный отчет.

3.1. Интеграция цифровой части с экспериментальными образцами интеллектуальных («умных») СВЧ генераторов шума трёх типоразмеров (по мере их изготовления по парному проекту); изготовление экспериментального образца интеллектуального («умного») СВЧ генератора шума → Отчетный документ: Акт изготовления экспериментального образца.

3.2. Испытания экспериментального образца в составе измерительной системы измерения коэффициента шума на основе ВАЦ Заказчика по всем характеристикам п. 7, включая режим выравнивания ОСПМШ (ENR) Отчетный документ: ПМИ; протоколы испытаний.

3.3. Завершение прикладных исследований (пп. а)–в) п. 6.8 задач) Отчетный документ: Раздел заключительного научно-технического отчёта.

3.4. Анализ результатов испытаний, оценка соответствия установленным требованиям и проведение внутренней валидации экспериментального образца (УГТ5) Отчетный документ: Протокол внутренней валидации; раздел заключительного отчёта.

3.5. Проведение дополнительных патентных исследований (при получении охраноспособных РИД); в соответствии с итогами дополнительных патентных исследований проводится оформление заявки на РИД, либо составляется заключение о нецелесообразности охраны РИД по результатам прикладных исследований Отчетный документ: Отчёт о патентных исследованиях; заявка на РИД, либо заключение о нецелесообразности охраны РИД.

3.6. Разработка эксплуатационной документации; корректировка документации по результатам испытаний; предложения по постановке на производство Отчетный документ: Эксплуатационная документация; предложения по постановке на производство.

3.7. Обобщение результатов проекта, оформление заключительного научно-технического отчёта и предъявление проекта к приёмке в соответствии с ГОСТ Р 15.101 Отчетный документ: Заключительный научно-технический отчёт; комплект отчётной документации.

10. Перечень научно-технической документации, регламентирующий выполнение поставленных заказчиком технологического предложения требований и проекта в целом

Выполнение проекта, а также разработка, оформление, согласование и утверждение научно-технической документации должны осуществляться в соответствии с требованиями следующих нормативных документов:

- ГОСТ Р 15.101 «Система разработки и постановки продукции на производство. Порядок выполнения научно-исследовательских работ»;
- ГОСТ 7.32 «Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления»;
- ГОСТ Р 15.011 «Интеллектуальная собственность. Патентные исследования. Содержание и порядок проведения»;
- ГОСТ Р 71364 «Генераторы шума измерительные. Метод измерения нестабильности относительной спектральной плотности мощности шума»;
- ГОСТ Р 8.654 «ГСИ. Требования к программному обеспечению средств измерений. Основные положения».

11. Дополнительные сведения (показатели)

11.1. Перечень создаваемых по итогам выполнения проекта прототипов (макет, лабораторный, экспериментальный, репрезентативный, опытный, контрольный образец гражданской продукции (продукта, товара), изготовленный по полученной (созданной или усовершенствованной) в рамках реализации Проекта технологии)

№ п/п	Прототип/образец	Вид образца	Краткое отличительное наименование образца
1	прототип ЭКБ	макет	Макет цифрового модуля (этап 1)
2	образец для производства ЭКБ	лабораторный образец	Лабораторный образец цифрового модуля (этап 2)
3	образец для производства ЭКБ	экспериментальный образец	Экспериментальный образец, 1 шт., этап 3

11.2. Требуемый уровень готовности технологии (УГТ) по результатам выполнения проекта.

УГТ	5
Название уровня готовности технологии	Пятый уровень готовности технологий «Получение экспериментального образца».
Описание основных характеристик уровня готовности технологии	изготовлен и испытан экспериментальный образец (образец продукции, обладающий основными признаками намечаемой к разработке продукции, изготавливаемый в целях проверки предлагаемых решений и уточнения отдельных характеристик для использования их при разработке этой продукции) в реальном масштабе по полупромышленной (осуществляемой в условиях производства, но не являющейся частью производственного процесса) технологии, воспроизведены основные внешние условия. Проведено внутреннее подтверждение посредством представления объективных свидетельств того, что требования, предназначенные для конкретного использования или применения, выполнены (далее - валидация). Под валидацией в том числе может подразумеваться клиническое исследование или клиническое испытание.

	Интегрированы основные элементы экспериментального образца с элементами технологии.
Результаты, соответствующие уровню готовности технологии	инициатор должен изготовить экспериментальный образец и провести его внутреннюю валидацию в условиях, приближенных к реальным. Допустимо воспроизведение условий не в полном объеме, поскольку это не окажет влияния на основные функции продукции и план валидации. Инициатор должен: осуществлять валидацию по технологии в условиях производства, которая не является частью производственного процесса; воспроизвести при испытаниях основные внешние условия, включая окружающую среду, которые предполагаются при эксплуатации продукции; интегрировать основные элементы экспериментального образца продукции с другими элементами технологии в целях повышения производительности и качества операций, а также снижения эксплуатационных затрат; представить экспертной организации сведения о разработке экспериментального образца продукции и результаты проведения внутренней валидации экспериментального образца.

Технические требования (исходные данные) организации-заказчика технологического предложения

1. Код классификатора по направлению «Микроэлектроника»

11-512

2. Наименование технологического предложения

№ 26-90-00139

Разработка отечественной технологической базы для производства сверхвысокочастотных монокристаллических микросхем на основе арсенид-фосфидных гетеробиполярных транзисторов.

3. Организация-заказчик технологического предложения

АО «ЦКБА»

4. Наименование проекта

№ 26-91-13030

Разработка библиотеки стандартных элементов и комплексного инструмента проектирования СВЧ МИС на основе InGaP/GaAs гетеробиполярных транзисторов.

5. Финансирование проекта

Объем запрашиваемого финансирования проекта (тыс. рублей)			Планируемый объем софинансирования проекта (не менее 5%) (тыс. рублей)		
для 1 этапа	для 2 этапа	для 3 этапа	для 1 этапа	для 2 этапа	для 3 этапа
30 000	30 000	30 000	1 500	1 500	1 500

Вид научных исследований.

Проект предусматривает проведение **прикладных** научных исследований.

6. Задачи выполнения проекта

6.1. Теоретические исследования методов формирования арсенид-фосфидных гетеробиполярных транзисторов и пассивных стандартных элементов.

6.2. Проведение патентных исследований в соответствии с ГОСТ Р 15.011.

6.3. Разработка и оптимизация топологий стандартных элементов.

6.4. Изготовление оснастки (фотошаблонов) и обработка базовых технологических блоков.

6.5. Разработка программ и методик исследовательских испытаний стандартных элементов.

6.6. Апробация типового технологического процесса путём изготовления не менее 4 (четырёх) библиотечных пластин, с определением выхода годных тестовых структур параметрического монитора внутри технологических блоков и на выходном контроле.

6.7. Проведение исследовательских испытаний стандартных элементов.

6.8. Построение моделей и экстракция параметров стандартных элементов.

6.9. Разработка верификационных схем и технологической оснастки (фотошаблонов) с целью подтверждения готовности технологии.

6.10. Изготовление не менее 4 (четырёх) пластин с верификационными схемами по технологическому процессу, с определением выхода годных тестовых структур параметрического монитора внутри технологических блоков и на выходном контроле.

6.11. Исследование функциональных характеристик верификационных схем для проверки стабильности моделей библиотеки стандартных элементов.

6.12. Статистическая обработка и анализ данных, принятие решения о достаточности

уровня готовности комплексного инструмента проектирования СВЧ МИС.

6.13. Подготовка промежуточных и заключительного научно-технических отчётов по результатам выполнения этапов и проекта в целом.

7. Технические требования к материалу, предполагаемому к созданию (модернизации).

7.1. Ключевые характеристики, для подтверждения которых ставится проект.

№ п/п	Наименование характеристики (параметра, показателя назначения), ед. измерения	Количественное значение характеристики Этап экспериментального подтверждения			Прим.
		1	2	3	
1	Частота единичного усиления транзистора по току $f_{гр}$ в схеме с общим эмиттером, ГГц (УКЭ = 2,5 В; ИК = 20 мА)	24	24	31	не менее 24
2	Максимальная частота генерации транзистора f_{max} , ГГц (УКЭ = 2,5 В; ИК = 20 мА)	40	60	80	не менее 40
3	Напряжение на переходе база-эмиттер транзистора УБЭ, В (ИК = 1 мА)	1,25	1,25	1,25	не менее 1,1, не более 1,4
4	Пробивное напряжение транзистора коллектор-эмиттер УКЭО проб, В (ИК = 40 мкА; ИБ = 0 А)	12	13	15	не менее 12
5	Статический коэффициент передачи по току транзистора в схеме с общим эмиттером $h_{21Э}$	55	65	75	не менее 55
6	Удельная ёмкость МДМ-конденсатора C_{min} , пФ/мм ²	300	300	300	не менее 270, не более 330
7	Удельное сопротивление тонкопленочных резисторов (тип 1) RTFR1, Ом/□	50	50	50	не менее 40, не более 60
8	Удельное сопротивление тонкопленочных резисторов (тип 2) RTFR2, Ом/□	600	600	600	не менее 480, не более 720
9	Выход годных тестовых структур параметрического монитора по пластине внутри технологических блоков, %, не менее	35	50	70	-
10	Средний выход годных тестовых структур параметрического монитора по пластине на выходном контроле, %, не менее	15	25	50	-

7.2. Требования в зависимости от специфики проекта.

№ п/п.	Наименование требования	Описание
1	Состав технологического процесса (далее – ТП)	1.1. В состав разрабатываемого технологического процесса GANB02 должны входить: – типовой технологический процесс (ТПП) НВТ02; – комплексный инструмент проектирования (КИП) на основе библиотеки стандартных элементов, изготавливаемой по ТПП. 1.2. Разрабатываемый ТПП должен включать в себя технологические блоки формирования следующих элементов топологии: – омические контакты к эмиттеру; – изоляция эмиттера; – омические контакты к базе; – изоляция базы; – омические контакты к коллектору; – межприборная изоляция; – окна в первом уровне диэлектрика; – тонкопленочные резисторы (первого и второго типа); – первый уровень металлизации; – окна во втором уровне диэлектрика; – межслойная изоляция; – второй уровень металлизации. 1.3. Техническими характеристиками (параметрами) технологических блоков являются электрические параметры тестовых структур (ТС) параметрического монитора (ПМ), измеряемые при проведении контрольно-измерительных операций внутри технологических блоков (межоперационный контроль) и по окончании всего маршрута (выходной контроль). 1.4. Комплексный инструмент проектирования (КИП) должен включать в себя базу данных топологий и моделей (библиотеку) стандартных элементов в виде набора файлов и комплект документации, в том числе: - справочник «Библиотека стандартных элементов GANB02»; - правила топологического проектирования; - руководство «Подготовка проекта к передаче в формате gds». 1.5. ТПП должен позволять изготавливать на пластине GaAs наборы стандартных элементов, включающие в себя: - биполярный транзистор усилительного применения с шириной эмиттера 2 мкм в вариантах топологии; - металл-диэлектрик-металл (МДМ) конденсаторы; - тонкопленочные резисторы не менее двух номиналов сопротивления; - катушки индуктивности с варьируемыми топологическими размерами; - элементы коммутации (контактные площадки, линии передачи и микрополосковые пересечения типа мост);

		- схемные сочетания указанных элементов, спроектированные в соответствии с разработанными правилами топологического проектирования в составе КИП.
2	Требования к показателям ТП	2.1. Разрабатываемый технологический процесс с КИП на основе библиотеки стандартных элементов должен быть предназначен для проектирования и изготовления пластин с кристаллами СВЧ МИС следующих функциональных классов: усилители, смесители частоты, генераторы фиксированной частоты, фильтры. Состав и параметры верификационных схем, используемых для проверки стабильности моделей библиотеки стандартных элементов и подтверждения готовности технологии к освоению серийного производства, должен быть согласован с Заказчиком технологического предложения на этапе 2. 2.2. Нормы и количественные показатели ТП. 2.2.1. Разрабатываемый ТТП НВТ02 должен обеспечивать стабильность выполнения типового технологического процесса. Стабильность ТТП НВТ02 должна подтверждаться путём контроля электрических параметров ТС ПМ при проведении контрольно-измерительных операций, как внутри технологических блоков (межоперационной контроль), так и при выходном контроле. 2.2.2. Уровень готовности технологии, определяющий степень ее пригодности к началу серийного производства, в ходе выполнения проекта должен быть установлен при помощи следующих целевых показателей: - выход годных тестовых структур параметрического монитора по пластине, в том числе: - внутри блоков технологии; - в среднем, на выходном контроле. 2.2.3. Указанные в п.2.2.2 критерии уровня готовности технологии должны быть последовательно подтверждены на каждом из этапов выполнения проекта, путём выпуска не менее 4-х библиотечных пластин (на втором этапе) и 4-х пластин с верификационными схемами (на третьем этапе), соответственно. 2.3. Технические характеристики (параметры) ТП. 2.3.1. Для контроля технических характеристик (параметров) ТП на каждой пластине должны быть размещены параметрические мониторы (ПМ) в количестве не менее 12 шт. Приведен предварительный состав ТС ПМ. ТС1 – структура для проверки контактного сопротивления DC-зондов; ТС2 – сопротивление RsRk эмиттера; ТС3 – сопротивление RsRk базы; ТС4 – сопротивление RsRk коллектора;

	TC5 – сопротивление R_line1 (Линия разводки); TC6 – сопротивление R_line2 (Линия гальваники); TC7 – сопротивление R_line3 (Линия гальваники + разводки); TC8 – сопротивление Rchain_4 (Цепочка разводка – гальваника); TC9 – сопротивление Rchain_5 (Разводка – металл эмиттера); TC10 – тонкопленочный резистор 1 типа TFR1; TC11 – тонкопленочный резистор 2 типа TFR2; TC12 – МДМ-конденсатор 1 типа; TC13 – МДМ-конденсатор 2 типа; TC14 – индуктивность; TC15 – структура для контроля сопротивления изоляции эмиттера; TC16 – структура для контроля сопротивления изоляции базы; TC17 – структура для контроля сопротивления изоляции коллектора; TC18 – структура для контроля сопротивления изоляции полная (гальваника+разводка); TC19 – структура для контроля сопротивления изоляции полная (разводка); TC20 – структура для контроля сопротивления изоляции полная (гальваника); TC21 – диод база-коллектор; TC22 – диод база-эмиттер. 2.3.2. В ходе выполнения 1 этапа проекта должны быть определены предварительные электрические параметры ТС ПМ. Состав и параметры ТС ПМ могут дополняться и уточняться, в ходе выполнения 2 этапа проекта должны быть определены окончательная номенклатура ТС ПМ и их конфигурация, для проведения необходимого объема межоперационного и выходного контроля. 2.3.3. В ходе выполнения проекта должна быть создана библиотека стандартных элементов, отвечающая следующим предварительным требованиям (без учета масштабирования): Активные элементы: - транзисторы усиления (VT1 и VT2) двух типов; - диоды (VD) с двумя электродами. Пассивные элементы: - тонкопленочные резисторы (TFR1 и TFR2) с удельным сопротивлением 50 Ом*кв и 600 Ом*кв, соответственно; - конденсаторы металл-диэлектрик-металл (MIMCAP) с удельной емкостью 310 пФ/мм²; - катушки индуктивности (L) прямоугольные. Элементы коммутации: - отрезки линии передачи (MLIN), в том числе с изгибом в виде среза (MTRACE);
--	---

		- контактные площадки (PAD); - микрополосковые пересечения типа «мост» (BRIDGE). 2.3.4. Состав библиотеки стандартных элементов должен быть уточнен по результатам выполнения этапа 1 проекта, а их параметры – по результатам исследовательских испытаний партии пластин на этапе 2 выполнения проекта. 2.3.5. Комплексный инструмент проектирования (КИП) должен быть основан на разработанных моделях стандартных элементов и совместим с САПР AWRDE, используемой Заказчиком технологического предложения.
3	Требования к сырью и материалам.	Покупные комплектующие изделия и материалы, должны иметь сертификаты качества или другую сопроводительную документацию (ТУ, протокол, паспорт и т.д.), подтверждающие их соответствие заданным эксплуатационным характеристикам.
4	Требования по эксплуатации, удобству технического обслуживания.	Рабочие и предельные условия выполнения технологического процесса осуществлять в условиях контролируемой среды: – класс чистоты – не хуже 100 000 по ОСТ 11 14.3302 (класс 8 ИСО по ГОСТ ИСО 14644-1); – температура (22 ± 2) °C; – относительная влажность воздуха (45 ± 5) %.
5	Требования по ресурсосбережению.	не предъявляются.
6	Требования по безопасности.	не предъявляются.
7	Требования по видам обеспечения	7.1. Требования по метрологическому обеспечению. 7.1.1. Разрабатываемая в процессе выполнения проекта научно-техническая документация, а также программа и методики определения функциональных характеристик верификационных схем, должны быть согласованы с организацией-заказчиком технологического предложения. 7.1.2. Программы и методики определения статистических показателей технологического процесса внутри технологических блоков и на выходном контроле должны соответствовать ТУ на библиотеку стандартных элементов в составе стандартной технологии Исполнителя. 7.1.3. Все применяемые в процессе выполнения работы средства измерений должны быть поверены, а испытательное оборудование – аттестовано. 7.2. Требования по обеспечению сохранения коммерческой тайны. 7.2.1. Результаты проекта не содержат сведений, составляющих государственную тайну или относимых к охраняемой в соответствии с законодательством Российской Федерации иной информации ограниченного доступа.

		7.2.2. Обобщенная информация о результатах выполнения проекта может быть предоставлена по согласованию с Заказчиком для отображения на публичных информационных ресурсах Российского научного фонда.
8	Другие требования	Верификационные схемы, изготавливаемые на этапе 3, должны быть разработаны с использованием комплексного инструмента проектирования в составе доработанной стандартной технологии Исполнителя.

8. Требования к структуре, составу и объему выполняемых работ

№ п/п.	Наименование требования	Описание
1	Требования к исходным данным, которые должны использоваться при выполнении проекта.	1.1. В целях выполнения Проекта Исполнителем должен быть использован задел по разработке отечественной технологии, включающий в себя технологический процесс изготовления биполярного транзистора усилительного применения с шириной эмиттера 2 мкм. 1.2. Методики измерения контрольных параметров тестовых структур параметрических мониторов и их статистической обработки должны быть основаны на методах и подходах, используемыми в ТУ на библиотеки стандартных элементов в составе ранее разработанных стандартных технологий Исполнителя.
2	Требования к составу и объему теоретических исследований.	2.1. Должен быть выполнен аналитический обзор современной научно-технической, нормативной, методической литературы, затрагивающей научно-техническую проблему, исследуемую в рамках проекта, в том числе обзор научных информационных источников: статьи в ведущих зарубежных и (или) российских научных журналах, монографии и (или) патенты - не менее 15 научно-информационных источников за период 2010 – 2026 гг. 2.2. Должны быть проведены теоретические исследования методов формирования арсенид-фосфидных гетеробиполярных транзисторов и пассивных стандартных элементов.
3	Требования к составу, объему и качеству экспериментальных работ.	3.1. В ходе выполнения проекта должны быть экспериментально разработаны в вариантах топологии стандартные элементы, включающие гетеробиполярные транзисторы, пассивные элементы и элементы коммутации, на их основе определена библиотека для экстракции параметров моделей и построения КИП, а также изготовлены пластины с верификационными схемами, спроектированными при помощи КИП. 3.2. Объём экспериментальных работ. В ходе выполнения Проекта должны быть изготовлены:

		- технологическая оснастка (фотошаблоны) и пластины (не менее 4-х) с библиотекой стандартных элементов после определения статистически обоснованных параметров устойчивости технологического процесса; - технологическая оснастка (фотошаблоны) и пластины (не менее 4-х) с верификационными схемами, спроектированными с использованием КИП. 3.3. Разработка технологических блоков ТТП, включая операции межоперационного и выходного контроля, должна быть проведена с использованием штатного технологического и контрольно-измерительного оборудования организации-Исполнителя. 3.4. Специализированная оснастка (фотошаблоны) для изготовления Пластин должны быть изготовлены на базе отечественных предприятий.
4	Требования метрологическому обеспечению экспериментальных исследований.	4.1. Разрабатываемая в процессе выполнения проекта научно-техническая документация, а также программа и методики определения функциональных характеристик верификационных схем, должны быть согласованы с организацией-Заказчиком технологического предложения. 4.2. Все применяемые в процессе выполнения работы средства измерений должны быть поверены, а испытательное оборудование – аттестовано.
5	Требования к разработке, изготовлению и испытаниям макетов (моделей, экспериментальных образцов), в зависимости от характера (специфики) выполняемого проекта и требований отраслевых стандартов.	5.1. Макеты стандартных элементов и тестовых структур параметрического монитора должны быть разработаны в ходе отработки технологических блоков при выполнении первого этапа проекта, и подвергнуты исследовательским испытаниям. 5.2. При выполнении проекта должны быть разработаны программы и методики измерения контрольных параметров тестовых структур параметрических мониторов и их статистической обработки в соответствии с методами, используемыми в ТУ на библиотеки стандартных элементов в составе ранее разработанных стандартных технологий Исполнителя. 5.3. Библиотека стандартных элементов, используемая для экстракции параметров моделей и построения КИП, должна быть изготовлена при выполнении второго этапа проекта путем изготовления партии пластин, соответствующих показателям стабильности технологического процесса. 5.4. Верификационные схемы, изготавливаемые на этапе 3 выполнения Проекта, должны быть спроектированы Заказчиком с использованием КИП на основе библиотеки стандартных элементов, разработанных Исполнителем на этапе 2.

		5.5. Программы и методики исследования функциональных свойств верификационных схем должны быть разработаны Заказчиком и согласованы с Исполнителем и должны включать в себя этапы выходного контроля на пластине Исполнителем и специализированных испытаний Заказчиком.
6	Требования к проведению патентных исследований.	6.1. Патентные исследования проводятся в соответствии с ГОСТ Р 15.011. 6.2. Исполнителем должны быть представлены сведения об охранных и иных документах, которые будут препятствовать применению результатов работ в Российской Федерации, и условия их использования, с представлением соответствующих обоснованных предложений и расчётов. 6.3. При получении РИД, способных к правовой охране, они должны быть зарегистрированы в соответствии с законодательством РФ. Права на РИД, созданные при выполнении проекта, принадлежат Исполнителю.
7	Требования к подготовке предложений (рекомендаций) по реализации результатов проекта.	7.1. Результаты выполнения проекта должны быть достаточны для подготовки организации серийного производства СВЧ ЭКБ на основе гетеробиполярных транзисторов. 7.2. Исполнителем должны быть определены статистические показатели техпроцесса и сформулированы рекомендации в части улучшения выхода годных.
8	Требования к предполагаемым результатам исследований и чем должна заканчиваться работа по теме.	8.1. В результате реализации технологического предложения должны быть разработаны опытный образец библиотеки стандартных элементов на базе InGaP/GaAs гетеробиполярных транзисторов с проектной нормой 2 мкм и комплексный инструмент проектирования на ее основе. 8.2. Разработанные библиотека стандартных элементов и комплексный инструмент проектирования должны быть верифицированы путём проектирования, изготовления и проведения исследовательских испытаний верификационных схем-прототипов СВЧ-устройств. 8.3. Структура и методологическая основа построения стандартной технологии предполагает возможность широкого использования полученных результатов всеми заинтересованными участниками рынка за счет предоставления безвозмездного доступа к комплексному инструменту проектирования и масштабированию производства по организационной модели «фаундри».
9	Требования к перечню (составу и видам)	9.1. Перечень разрабатываемых документов: - отчёт о патентных исследованиях;

	разрабатываемых документов.	- план-график мероприятий по разработке технологических блоков технологического процесса, содержащий набор контрольных параметров монитора; - КД на параметрический монитор и стандартные элементы библиотеки; - программа и методики исследовательских испытаний стандартных элементов; - протокол определения статистических показателей технологического процесса по тестовым структурам параметрического монитора при изготовлении библиотечных пластин; - акт и протоколы исследовательских испытаний стандартных элементов; - промежуточный научно-технический отчёт, содержащий результаты экстракции параметров стандартных элементов; - документация Комплексного инструмента проектирования и база данных (библиотека) топологий и моделей стандартных элементов; - КД на верификационные схемы, спроектированные при помощи разработанного КИП, и на технологическую оснастку (фотошаблоны) для их изготовления; - акт об изготовлении пластин с верификационными схемами; - протокол определения статистических показателей технологического процесса по тестовым структурам параметрического монитора при изготовлении пластин с верификационными схемами; - протокол исследования функциональных характеристик верификационных схем; - акт о готовности технологии по УГТ6; - научно-технический отчет на каждом этапе в соответствии с требованиями ГОСТ 7.32.
10	Требования к порядку согласования с заказчиком разрабатываемых в проекте документов, в том числе программ и методик испытаний макетов (моделей, экспериментальных образцов, места проведения их испытаний и др.), конструкторской и другой технической документации	10.1. Исполнитель направляет документ Заказчику в электронном виде координатору проекта. 10.2. Заказчик рассматривает документ в течение 10 рабочих дней с момента получения. 10.3. По результатам рассмотрения Заказчик направляет Исполнителю письменное согласование, либо замечания с указанием конкретных пунктов, требующих доработки. После устранения замечаний документ повторно направляется на согласование.
11	Требования по обеспечению сохранения коммерческой тайны.	11.1. Результаты проекта не должны содержать сведений, составляющих государственную тайну или относимых к охраняемой в соответствии с

		законодательством Российской Федерации иной информации ограниченного доступа. 11.2. Обобщенная информация о результатах выполнения проекта может быть предоставлена по согласованию с Заказчиком для отображения на публичных информационных ресурсах Российского научного фонда.
12	Требования по расчету планируемого экономического эффекта от реализации результатов проекта.	В ходе выполнения проекта должна быть проведена расчетная оценка экономического эффекта от реализации его результатов.
13	Требования необходимости согласования ТЗ с головным научно- исследовательским институтом по виду техники (деятельности).	Не предъявляются.
14	Требования необходимости привлечения организации-рецензента и направления ОНТД на рецензию перед рассмотрением на НТС (секции НТС).	Не предъявляются

9. Порядок приемки проекта (этапов проекта)

Приёмка Проекта осуществляется комиссией Заказчика в соответствии с ГОСТ Р 15.101 с оформлением акта приёмки на всех этапах выполнения Проекта.

Представители организаций, заинтересованных в использовании, производстве либо эксплуатации результатов проекта, могут быть включены в состав комиссии по согласованию с Заказчиком.

Исполнитель за 30 дней до завершения этапа предоставляет Заказчику уведомление о готовности к приёмке этапа Проекта. Исполнитель на приёмку Проекта должен представить утверждённые акты приёмки этапов Проекта, отчёт о патентных исследованиях, промежуточные и заключительный отчёты, протоколы испытаний в машинописном варианте, оптические носители с комплектом ОНТД, другие материалы по согласованию с Заказчиком.

10. Перечень научно-технической документации, регламентирующий выполнение поставленных заказчиком технологического предложения требований и проекта в целом

ГОСТ Р 53736 Изделия электронной техники. Порядок создания и постановки на производство. Основные положения.

ГОСТ Р 58048 – Трансфер технологий. Методические указания по оценке уровня зрелости технологий.

ГОСТ 3.1001 – Единая система технологической документации. Общие положения.

ГОСТ 2.102 – Единая система конструкторской документации. Виды и комплектность конструкторских документов.

ГОСТ 7.32 – Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления.

ГОСТ Р 8.563 – Государственная система обеспечения единства измерений. Методики выполнения измерений.

ГОСТ 3.1109 Единая система технологической документации. Термины и

определения основных понятий.

ГОСТ Р ИСО 3534-2 Статистические методы. Словарь и условные обозначения. Часть 2 Прикладная статистика.

ГОСТ Р ИСО 9000 Национальный стандарт Российской Федерации. Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь.

ГОСТ Р ИСО 9001 Национальный стандарт Российской Федерации. Системы менеджмента качества. Требования.

11. Дополнительные сведения (показатели)

11.1. Перечень создаваемых по итогам выполнения проекта прототипов (макет, лабораторный, экспериментальный, репрезентативный, опытный, контрольный образец гражданской продукции (продукта, товара), изготовленный по полученной (созданной или усовершенствованной) в рамках реализации Проекта технологии)

№ п/п	Прототип/образец	Вид образца	Краткое отличительное наименование образца
1	прототип ЭКБ	репрезентативный образец	Буферный усилитель 1,7 ГГц
2	прототип ЭКБ	репрезентативный образец	Усилитель 450 МГц
3	прототип ЭКБ	репрезентативный образец	Генератор с малыми фазовыми шумами 3,5 ГГц
4	прототип ЭКБ	репрезентативный образец	Фильтр полосовой 3,5 ГГц
5	прототип ЭКБ	репрезентативный образец	Смеситель частоты 450 МГц

11.2. Требуемый уровень готовности технологии (УГТ) по результатам выполнения проекта.

УГТ	6
Название уровня готовности технологии	Шестой уровень готовности технологий «Получение репрезентативного образца»
Описание основных характеристик уровня готовности технологии	изготовлен репрезентативный образец (полнофункциональный репрезентативный образец продукции на пилотной производственной линии). Подтверждены рабочие характеристики в условиях, приближенных к реальности. Проведена внешняя валидация.
Результаты, соответствующие уровню готовности технологии	инициатор должен изготовить репрезентативный образец на пилотной линии производства и подтвердить его рабочие характеристики посредством проведения внешней валидации продукции инвестором, потребителем или организацией, принимающей технологии, которая осуществляет оценку уровня готовности технологии (далее - организация, принимающая технологии). Инициатор может изменить порядок подготовки образцов и вместо репрезентативного образца выполнить условия седьмого уровня готовности технологий «Получение опытного образца», при этом в последующем подготовить репрезентативный образец, выполнив условия текущего уровня готовности технологий. Инициатор должен продемонстрировать функциональность репрезентативного образца в рамках внешней валидации и возможность интеграции технологий в производственный процесс

	организации, принимающей технологии; продемонстрировать работоспособность технологий для серийной разработки продукции; представить экспертной организации сведения о разработке репрезентативного образца и результаты проведения внешней валидации.
--	---

Технические требования (исходные данные) организации-заказчика технологического предложения

1. Код классификатора по направлению «Микроэлектроника»

11-131

2. Наименование технологического предложения

№ 26-90-00150

Разработка каталитически-сорбционных технологий очистки N₂, Ar, XCDA на основе отечественных катализаторов и сорбентов для создания регенерируемых финишных очистителей и установок очистки N₂, Ar, XCDA на потоки до 600 м³/час от примесей O₂, H₂O, CO, CO₂, CxHy до уровня <1 ppb.

3. Организация-заказчик технологического предложения

АО «Микрон»

4. Наименование проекта

№ 26-91-13010

Проведение исследований процессов каталитически-сорбционной очистки и разработка регенерируемых финишных очистителей и установок очистки азота, аргона и сжатого воздуха от примесей O₂, H₂O, CO, CO₂, CxHy до уровня их содержания не более 1 ppb и методов контроля качества.

5. Финансирование проекта

Объем запрашиваемого финансирования проекта (тыс. рублей)			Планируемый объем софинансирования проекта (не менее 5%) (тыс. рублей)		
для 1 этапа	для 2 этапа	для 3 этапа	для 1 этапа	для 2 этапа	для 3 этапа
30 000	30 000	30 000	1 500	1 500	1 500

Вид научных исследований.

Проект предусматривает проведение **прикладных** научных исследований.

6. Задачи выполнения проекта

6.1. Определение основных характеристик по пористости, размерам и количеству пор в сорбентах с целью выбора наиболее подходящих материалов для изучения процессов удаления из азота, аргона и сжатого воздуха молекулярных примесей O₂ (кроме сжатого воздуха), H₂O, CO, CO₂, CxHy, для формирования задач по исследованию соотношения последовательности засыпки и пропорций каталитических адсорбентов и поглощающих адсорбентов для выбора наиболее эффективной последовательности и объема слоев для финишных очистителей и колонн оборудования непрерывной очистки газов.

6.2. Исследование технологий каталитически-сорбционной очистки азота, аргона и сжатого воздуха от примесей O₂ (кроме сжатого воздуха), H₂O, CO, CO₂, CxHy до уровня их содержания не более 1 ppb и методов контроля качества.

Исследование температурных режимов активации катализаторов и сорбентов и послойных смесей на их основе.

6.3. Разработка оснастки и узлов для экспериментальных образцов и формирование перечень основных частей экспериментальной установки к их изготовлению и приобретению, формирование листа закупки специальной технической оснастки и части аналитического оборудования.

6.4. Закупка основного комплекта аналитического оборудования. Изучение методов аналитического контроля параметров очистки от примесей O₂ (кроме сжатого воздуха),

H₂O, CO, CO₂, C_xH_y. Разработка методик контроля качества азота до уровня 1 ppb по молекулярным примесям и измерению частиц 0.015 мкм в потоке газа.

6.5. Разработка основных подходов к технологии заполнения очистителей из нержавеющей стали с одновременным монтажом фильтрующих дисков на основе пористой керамики из нержавеющей стали 316L, определение основных критических параметров технологии по активации и кондиционированию очищающей среды.

6.6. Разработка режимов активации и кондиционирования очищающей среды на основе послойного применений катализатора и адсорбентов. Разработка методики контроля параметров очистителя на основные характеристики, изготовлен репрезентативные образцы финишных очистителей азота и сжатого воздуха исходной чистоты 99,999% на максимальные потоки 50 л/мин, 75 л/мин, 120 л/мин, 1000 л/мин.

6.7. Изготовление опытных образцов установок очистки азота и сжатого воздуха на максимальные потоки 7 м³/час, 50 м³/час, аргона на 7 м³/час, разработка основных технологических и конструкторских решений для проектирования установок очистки азота и сжатого воздуха на потоки до 600 м³/час. по удалению примесей O₂ (кроме сжатого воздуха), H₂O, CO, CO₂, C_xH_y до уровня <1 ppb.

6.8. Разработка программ и методики предварительных испытаний экспериментальной партии финишных очистителей азота, аргона и сжатого воздуха исходной чистоты 99,999% на максимальные потоки 50 л/мин, 75 л/мин, 120 л/мин, 1000 л/мин и оборудования очистки азота и сжатого воздуха на максимальные потоки 7 м³/час, 50 м³/час, аргона на 7 м³/час. Изучение основных подходов для дальнейшего развития очистителей с целью достижения более высоких уровней очистки азота, аргона и сжатого воздуха от примесей O₂ (кроме сжатого воздуха), H₂O, CO, CO₂, C_xH_y и разработка программы по дальнейшему развитию каталитически-сорбционных технологий для обеспечения более высокого уровня очистки и методов аналитического контроля.

6.9. Разработка проектов паспортов и ТУ на финишные очистители азота, аргона и сжатого воздуха на максимальные потоки 50 л/мин, 75 л/мин, 120 л/мин, 1000 л/мин и оборудование для очистки азота и сжатого воздуха на максимальные потоки 7 м³/час, 50 м³/час, аргона на 7 м³/час. Изготовление опытной партии финишных очистителей азота на максимальные потоки 50 л/мин, 75 л/мин, 120 л/мин, 1000 л/мин и оборудования очистки азота и сжатого воздуха на максимальные потоки 7 м³/час, 50 м³/час, аргона на 7 м³/час под контролем комиссии по приемке Заказчика, разработка основных технологических и конструкторских решений для проектирования установок очистки азота и сжатого воздуха на потоки до 600 м³/час. по удалению примесей O₂ (кроме сжатого воздуха), H₂O, CO, CO₂, C_xH_y до уровня <1 ppb.

6.10. Проведение по результатам предварительных испытаний корректировки (при необходимости) КД и ТД на технологию изготовления финишных очисток и установок очистки азота, аргона, сжатого воздуха с требуемыми параметрами.

7. Технические требования к материалу, предполагаемому к созданию (модернизации).

7.1. Ключевые характеристики, для подтверждения которых ставится проект

№ п/п	Наименование характеристики (параметра, показателя назначения), ед. измерения	Количественное значение характеристики Этап экспериментального подтверждения			Прим.
		1	2	3	

1	Изготовление лабораторных образцов финишных очистителей азота, аргона, сжатого воздуха с очисткой азота, аргона, сжатого воздуха от молекулярных примесей O ₂ (кроме сжатого воздуха), H ₂ O, CO, CO ₂ , CxHy (кроме CH ₄).и разработка проектов для установок очистки азота, аргона, сжатого воздуха, ppb	-	-	-	Изготовлены лабораторные образцы финишных очистителей, обеспечивающих очистку азота, аргона, сжатого воздуха от молекулярных примесей O ₂ (кроме сжатого воздуха), H ₂ O, CO, CO ₂ , CxHy (кроме CH ₄). Разработаны проекты для установок очистки азота, аргона, сжатого воздуха
2	Изготовление экспериментальных образцов финишных очистителей азота, аргона, сжатого воздуха с очисткой азота, аргона, сжатого воздуха от молекулярных примесей O ₂ (кроме сжатого воздуха), H ₂ O, CO, CO ₂ , CxHy (кроме CH ₄) до уровня менее 10 ppb и изготовление экспериментальных установок очистки азота, аргона, сжатого воздуха от молекулярных примесей O ₂ (кроме сжатого воздуха), H ₂ O, CO, CO ₂ , CxHy (кроме CH ₄) до уровня <10 ppb, ppb	-	-	10	Изготовлены экспериментальные образцы финишных очистителей, обеспечивающих очистку азота, аргона, сжатого воздуха от молекулярных примесей O ₂ (кроме сжатого воздуха), H ₂ O, CO, CO ₂ , CxHy (кроме CH ₄) до уровня <10 ppb. Изготовлены экспериментальные образцы установок очистки азота, аргона, сжатого воздуха от молекулярных примесей O ₂ (кроме сжатого воздуха), H ₂ O, CO, CO ₂ , CxHy (кроме CH ₄) до уровня <10 ppb.
3	Изготовление репрезентативных образцов очистителей азота, аргона, сжатого воздуха и изготовление опытных установок очистки азота, аргона, сжатого воздуха от молекулярных примесей O ₂ (кроме сжатого воздуха), H ₂ O, CO, CO ₂ , CxHy (кроме CH ₄) до уровня <1 ppb. Изготовлены репрезентативные образцы установок очистки азота, аргона, сжатого воздуха от молекулярных примесей O ₂	-	-	1	Изготовлены репрезентативные образцы финишных очистителей, обеспечивающих очистку азота, аргона, сжатого воздуха от молекулярных примесей O ₂ (кроме сжатого воздуха), H ₂ O, CO, CO ₂ , CxHy (кроме CH ₄) до уровня <1 ppb. Изготовлены

	(кроме сжатого воздуха), H₂O, CO, CO₂, C_xH_y (кроме CH₄) до уровня <1 ppb. Разработка проектов паспортов и ТУ на финишные очистители и установки очистки азота, аргона, сжатого воздуха от молекулярных примесей O₂ (кроме сжатого воздуха), H₂O, CO, CO₂, C_xH_y (кроме CH₄), разработка основных технологических и конструкторских решений для проектирования установок очистки азота и сжатого воздуха на потоки до 600 м³/час. по удалению примесей O₂ (кроме сжатого воздуха), H₂O, CO, CO₂, C_xH_y до уровня <1 ppb, ppb				репрезентативные образцы установок очистки азота, аргона, сжатого воздуха от молекулярных примесей O₂ (кроме сжатого воздуха), H₂O, CO, CO₂, C_xH_y (кроме CH₄) до уровня <1 ppb. Разработаны проекты паспортов и ТУ на финишные очистители и установки очистки азота, аргона, сжатого воздуха от молекулярных примесей O₂ (кроме сжатого воздуха), H₂O, CO, CO₂, C_xH_y (кроме CH₄), разработаны основные технологические и конструкторские решения для проектирования установок очистки азота и сжатого воздуха на потоки до 600 м³/час. по удалению примесей O₂ (кроме сжатого воздуха), H₂O, CO, CO₂, C_xH_y до уровня <1 ppb
--	--	--	--	--	---

7.2. Требования в зависимости от специфики проекта.

№ п/п.	Наименование требования	Описание
1	Состав технологического процесса (далее – ТП)	В результате исследований процессов каталитически-сорбционной очистки будут подобраны основные материалы и режимы их активации и разработаны регенерируемые финишные очистители и установки очистки азота, аргона и сжатого воздуха от примесей O₂ (кроме сжатого воздуха), H₂O, CO, CO₂, C_xH_y (кроме CH₄) до уровня их содержания не более 1 ppb и методов контроля качества. Разработаны проекты на изделия, паспорта и ТУ на финишные очистители азота, аргона и сжатого воздуха на максимальные потоки 50 л/мин, 75 л/мин, 120 л/мин,

		1000 л/мин и оборудование для очистки азота и сжатого воздуха на максимальные потоки 7 м3/час, 50 м3/час, аргона на 7 м3/час.
2	Требования к показателям ТП	Изготовлены репрезентативные образцы финишных очистителей азота, аргона и сжатого воздуха на максимальные потоки 50 л/мин, 75 л/мин, 120 л/мин, 1000 л/мин и установок очистки азота и сжатого воздуха на максимальные потоки 7 м3/час, 50 м3/час, , аргона на 7 м3/час от примесей O2 (кроме сжатого воздуха), H2O, CO, CO2, CxHy (кроме CH4) до уровня их содержания не более 1 ppb, разработаны основных технологических и конструкторские решения для проектирования установок очистки азота и сжатого воздуха на потоки до 600 м3/час по удалению примесей O2 (кроме сжатого воздуха), H2O, CO, CO2, CxHy до уровня <1 ppb.
3	Требования к сырью и материалам.	Адсорбенты и катализаторы по пористости, размерам и количеству пор должны соответствовать требуемым показателям для обеспечения требуемого уровня очистки газов. Для корпусов очистителей должна быть применена нержавеющая стали марки 316L с внутренней шероховатостью не хуже 0,8 мкм, сварные швы выполнены орбитальной сваркой, разъемы очистителей типа VCR.
4	Требования по эксплуатации, удобству технического обслуживания.	Финишные очистители и установки очистки азота, аргона и сжатого воздуха от примесей O2 (кроме сжатого воздуха), H2O, CO, CO2, CxHy (кроме CH4) должны быть регенерируемые и обеспечивать непрерывную подачу очищенных газов на производство в течении всего установленного режима эксплуатации и соответствовать указаниям по эксплуатации изложенным в ТУ на данный вид изделий.
5	Требования по ресурсосбережению.	Временной эксплуатационный режим устанавливается в процессе разработок
6	Требования по безопасности.	Должны соответствовать соответствующим ГОСТ, ПТЭЭП, НПБ, Приказу Ростехнадзора № 116 от 25 марта 2014 г для работы с изделиями и оборудованием под давлением. Газовая система очистителей и установок очистки должны быть герметичны. Натекание гелия из окружающей среды через сварные швы во внутреннюю полость очистителей и газовой схемы более $1,32 \cdot 10^{-9}$ Па·м3/с не допускается. Газовая система очистителя должна выдерживать испытательное давление 12 бар.
7	Требования по видам обеспечения	Очистители должны быть подвергнуты регенерации каталитически-сорбционной среды, находящейся внутри очистителей. Показатели по содержанию примесей O2 (кроме сжатого воздуха), H2O, CO, CO2, CxHy (кроме CH4) в очищаемых газах по окончании процедуры регенерации являются результатами приемо-сдаточных испытаний и заносятся в паспорт

		очистителя. После завершения регенерации заглушить входные и выходные штуцеры.
--	--	--

8. Требования к структуре, составу и объему выполняемых работ

№ п/п.	Наименование требования	Описание
1	Требования к исходным данным, которые должны использоваться при выполнении проекта.	Определяются исполнителем
2	Требования к составу и объему теоретических исследований.	Определяются исполнителем
3	Требования к составу, объему и качеству экспериментальных работ.	Состав, объем и качество экспериментальных работ должны быть обеспечены в соответствии с разработанными программами и методиками предварительных испытаний экспериментальной партии финишных очистителей очистки азота, аргона и сжатого воздуха исходной чистоты 99,999% на максимальные потоки 50 л/мин, 75 л/мин, 120 л/мин, 1000 л/мин и оборудования очистки азота и сжатого воздуха на максимальные потоки 7 м3/час, 50 м3/час, аргона на 7 м3/час.
4	Требования к метрологическому обеспечению экспериментальных исследований.	Методики (методы) измерений при выполнении технологических операций должны соответствовать требованиям ГОСТ Р 8.563 «Государственная система обеспечения единства измерений. Методики (методы) измерений». Средства измерений должны быть выбраны с учетом величин измеряемых параметров и допустимых пределов их изменения; установленной погрешности измерений; условий эксплуатации, средства измерений, испытательное и контрольное оборудование должны иметь соответствующую документацию (техническое описание, формуляр или паспорт) и свидетельства о поверке или аттестации в случае применения эталонов и испытательного оборудования.
5	Требования к разработке, изготовлению и испытаниям макетов (моделей, экспериментальных образцов), в зависимости от характера (специфики) выполняемого проекта и требований отраслевых стандартов.	Изготовлены лабораторные, экспериментальные и репрезентативные образцы финишных очистителей, обеспечивающих очистку азота, аргона, сжатого воздуха от молекулярных примесей O ₂ (кроме сжатого воздуха), H ₂ O, CO, CO ₂ , C _x H _y (кроме CH ₄) до уровня <1 ppb. Изготовлены лабораторные, экспериментальные репрезентативные образцы установок очистки азота, аргона, сжатого воздуха от молекулярных примесей O ₂ (кроме сжатого воздуха), H ₂ O, CO, CO ₂ , C _x H _y (кроме CH ₄) до уровня <1 ppb. Разработаны проекты паспортов и ТУ на финишные очистители и установки очистки азота, аргона, сжатого воздуха от молекулярных примесей O ₂

		(кроме сжатого воздуха), H ₂ O, CO, CO ₂ , C _x H _y (кроме CH ₄), разработаны основные технологические и конструкторские решения для проектирования установок очистки азота и сжатого воздуха на потоки до 600 м ³ /час. по удалению примесей O ₂ (кроме сжатого воздуха), H ₂ O, CO, CO ₂ , C _x H _y до уровня <1 ppb.
6	Требования к проведению патентных исследований.	Патентные исследования проводятся по ГОСТ Р 15.011, по результатам которых оформляется отчёт. Должна быть обеспечена патентная чистота на конструктивные решения в отношении Российской Федерации.
7	Требования к подготовке предложений (рекомендаций) по реализации результатов проекта.	По окончании работ Исполнитель представляет предложения по дальнейшему использованию результатов проекта. Предложения оформляются в виде пояснительной записки и должны включать общие рекомендации по возможным направлениям применения результатов проекта. Состав, объем и формат данных предложений определяются Исполнителем самостоятельно на основе полученных в ходе проекта результатов.
8	Требования к предполагаемым результатам исследований и чем должна заканчиваться работа по теме.	Изготовлены репрезентативные образцы финишных очистителей, обеспечивающих очистку азота, аргона, сжатого воздуха от молекулярных примесей O ₂ (кроме сжатого воздуха), H ₂ O, CO, CO ₂ , C _x H _y (кроме CH ₄) до уровня <1 ppb. Изготовлены репрезентативные образцы установок очистки азота, аргона, сжатого воздуха от молекулярных примесей O ₂ (кроме сжатого воздуха), H ₂ O, CO, CO ₂ , C _x H _y (кроме CH ₄) до уровня <1 ppb, разработаны основные технологические и конструкторские решения для проектирования установок очистки азота и сжатого воздуха на потоки до 600 м ³ /час. по удалению примесей O ₂ (кроме сжатого воздуха), H ₂ O, CO, CO ₂ , C _x H _y до уровня <1 ppb.
9	Требования к перечню (составу и видам) разрабатываемых документов.	Разработаны проекты паспортов, ТУ и проектная документация на финишные очистители и установки очистки азота, аргона, сжатого воздуха от молекулярных примесей O ₂ (кроме сжатого воздуха), H ₂ O, CO, CO ₂ , C _x H _y (кроме CH ₄), Разрабатываемая документация должна соответствовать требованиям стандартов ЕСКД, ЕСПД, ЕСТД. На каждом этапе разрабатывается научно-технический отчет в соответствии с требованиями ГОСТ 7.32.
10	Требования к порядку согласования с заказчиком разрабатываемых в проекте документов, в том числе программ и методик	В рамках выполнения работы должно быть проведено согласование с Заказчиком разрабатываемой в проекте документации, в том числе программы и методик испытаний макета и

	испытаний макетов (моделей, экспериментальных образцов, места проведения их испытаний и др.), конструкторской и другой технической документации	репрезентативного образца, конструкторской и другой технической документации.
11	Требования по обеспечению сохранения коммерческой тайны.	Не предъявляются
12	Требования по расчету планируемого экономического эффекта от реализации результатов проекта.	Не предъявляются
13	Требования необходимости согласования ТЗ с головным научно-исследовательским институтом по виду техники (деятельности).	Не предъявляются.
14	Требования необходимости привлечения организации-рецензента и направления ОНТД на рецензию перед рассмотрением на НТС (секции НТС).	Не предъявляются

9. Порядок приемки проекта (этапов проекта)

Выполнение и приемка проекта (этапов проекта) осуществляется в соответствии с требованиями технического задания и с учетом ГОСТ Р 15.101. За 15 календарных дней до окончания этапа проекта, Исполнитель обязан в письменной форме представить Заказчику уведомление о готовности к сдаче и отчетные материалы в электронном виде.

Уведомление Исполнителя о готовности к сдаче должно быть подписано руководителем Исполнителя (иным уполномоченным лицом).

Для приемки результатов Исполнитель представляет следующие материалы:

- копию ТЗ;
- протокол НТС (секции Ученого совета) Исполнителя по рассмотрению результатов работ проекта (этапа проекта);

- научно-техническую документацию в соответствии с ТЗ;

- проект программы приемки проекта (этапов проекта);

Рассмотрение результатов проекта (этапов проекта) осуществляется комиссией, назначаемой Заказчиком, с включением в ее состав представителей Исполнителя.

Приемка проекта осуществляется в соответствии с требованиями ТЗ.

10. Перечень научно-технической документации, регламентирующий выполнение поставленных заказчиком технологического предложения требований и проекта в целом

ГОСТ 9.032, ГОСТ 12.1.004, ГОСТ 12.1.005, ГОСТ 12.1.010, ГОСТ 427, ГОСТ 9293, ГОСТ 14192, ГОСТ 15150, ГОСТ 23170, ГОСТ 24686, ГОСТ Р 12.1.019, ГОСТ Р 27.403, ГОСТ Р 53228, ПТЭЭП-2015, Приказ Ростехнадзора № 116 от 25 марта 2014 г., НПБ 105-2003.

11. Дополнительные сведения (показатели)

11.1. Перечень создаваемых по итогам выполнения проекта прототипов (макет, лабораторный, экспериментальный, репрезентативный, опытный, контрольный образец гражданской продукции (продукта, товара), изготовленный по полученной (созданной или усовершенствованной) в рамках реализации Проекта технологии)

№ п/п	Прототип/образец	Вид образца	Краткое отличительное наименование образца
1	образец для производства ЭКБ	репрезентативный образец	Финишных регенерируемые очистители для очистки азота, аргона и сжатого воздуха на максимальные потоки 50 л/мин, 75 л/мин, 120 л/мин, 1000 л/мин и установки для непрерывной очистки азота, и сжатого воздуха на максимальные потоки 7 м3/час, 50 м3/час, аргона на 7 м3/час, основные технологические и конструкторские решения для проектирования установок очистки азота и сжатого воздуха на потоки до 600 м3/час.

11.2. Требуемый уровень готовности технологии (УГТ) по результатам выполнения проекта.

УГТ	6
Название уровня готовности технологии	Шестой уровень готовности технологий «Получение репрезентативного образца»
Описание основных характеристик уровня готовности технологии	изготовлен репрезентативный образец (полнофункциональный репрезентативный образец продукции на пилотной производственной линии). Подтверждены рабочие характеристики в условиях, приближенных к реальности. Проведена внешняя валидация.
Результаты, соответствующие уровню готовности технологии	инициатор должен изготовить репрезентативный образец на пилотной линии производства и подтвердить его рабочие характеристики посредством проведения внешней валидации продукции инвестором, потребителем или организацией, принимающей технологии, которая осуществляет оценку уровня готовности технологии (далее - организация, принимающая технологии). Инициатор может изменить порядок подготовки образцов и вместо репрезентативного образца выполнить условия седьмого уровня готовности технологий «Получение опытного образца», при этом в последующем подготовить репрезентативный образец, выполнив условия текущего уровня готовности технологий. Инициатор должен продемонстрировать функциональность репрезентативного образца в рамках внешней валидации и возможность интеграции технологий в производственный процесс организации, принимающей технологии; продемонстрировать работоспособность технологий для

	серийной разработки продукции; представить экспертной организации сведения о разработке репрезентативного образца и результаты проведения внешней валидации.
--	--

Технические требования (исходные данные) организации-заказчика технологического предложения

1. Код классификатора по направлению «Микроэлектроника»

11-111

2. Наименование технологического предложения

№ 26-90-00151

Разработка технологии аналитического контроля качества деионизованной воды для микроэлектронного производства с проектными нормами 28 нм.

3. Организация-заказчик технологического предложения

АО «НИИМЭ»

4. Наименование проекта

№ 26-91-13057

Разработка и аттестация методик аналитического контроля качества деионизованной воды для микроэлектронного производства с проектными нормами 28 нм.

5. Финансирование проекта

Объем запрашиваемого финансирования проекта (тыс. рублей)			Планируемый объем софинансирования проекта (не менее 5%) (тыс. рублей)		
для 1 этапа	для 2 этапа	для 3 этапа	для 1 этапа	для 2 этапа	для 3 этапа
30 000	30 000	30 000	1 500	1 500	1 500

Вид научных исследований.

Проект предусматривает проведение **прикладных** научных исследований.

6. Задачи выполнения проекта

6.1. Исследование существующих методов выполнения измерений параметров химических материалов в заданном диапазоне значений.

6.2. Организация рабочих мест для проведения измерений:

- подготовка/доработка инфраструктуры для создания контролируемых условий проведения измерений и доработка систем инфраструктуры обеспечения средами необходимого качества;

- закупка, инсталляция и внедрение необходимого аналитического и лабораторного оборудования, калибровочных, настроечных и других растворов, закупка расходных материалов для обеспечения бесперебойного цикла измерений.

6.3. Разработка технологии отбора, хранения и транспортировки проб деионизованной воды для ультраследового анализа.

6.4. Разработка методики определения массовых концентраций катионов металлов в деионизованной воде методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (ИСП-МС) для топологических норм 28 нм:

- разработка технологии подготовки аналитического оборудования и оснастки к выполнению анализа, приготовления рабочих и настроечных растворов, оценка готовности оборудования;

- разработка технологии пробоподготовки;

- утверждение порядка обработки и оформления результатов измерений.

6.5. Разработка методики определения массовых концентраций анионов в деионизованной воде методом ионной хроматографии для топологических норм 28 нм:

- разработка технологии подготовки аналитического оборудования и оснастки к

выполнению анализа, приготовления рабочих и настроечных растворов, оценка готовности оборудования;

- разработка технологии пробоподготовки;
- утверждение порядка обработки и оформления результатов измерений.

6.6. Разработка методики определения массовой концентрации общего кремния в деионизованной воде для топологических норм 28 нм:

- разработка технологии подготовки аналитического оборудования и оснастки к выполнению анализа, приготовления рабочих и настроечных растворов, оценка готовности оборудования;

- разработка технологии пробоподготовки;
- утверждение порядка обработки и оформления результатов измерений.

6.7. Разработка методики определения массовой концентрации растворенного кремния в деионизованной воде для топологических норм 28 нм:

- разработка технологии подготовки аналитического оборудования и оснастки к выполнению анализа, приготовления рабочих и настроечных растворов, оценка готовности оборудования;

- разработка технологии пробоподготовки;
- утверждение порядка обработки и оформления результатов измерений.

6.8. Аттестация разработанных методик измерения параметров деионизованной воды для топологических норм 28 нм в соответствии с критериями соответствия метрологическим характеристикам.

7. Технические требования к материалу, предполагаемому к созданию (модернизации).

7.1. Ключевые характеристики, для подтверждения которых ставится проект

№ п/п	Наименование характеристики (параметра, показателя назначения), ед. измерения	Количественное значение характеристики Этап экспериментального подтверждения			Прим.
		1	2	3	
1	Массовая доля примесей катионов, % масс. (ppt)	-	- алюминий (Al) - не более 1,0·10 ⁻¹⁰ (1); - кальций (Ca) - не более 1,0·10 ⁻¹⁰ (1); - хром (Cr) - не более 1,0·10 ⁻¹⁰ (1); - медь (Cu) - не более 1,0·10 ⁻¹⁰ (1); - железо (Fe) - не более 1,0·10 ⁻¹⁰ (1); - калий (K) - не более 1,0·10 ⁻¹⁰ (1); -	- алюминий (Al) - не более 1,0·10 ⁻¹⁰ (1); - кальций (Ca) - не более 1,0·10 ⁻¹⁰ (1); - хром (Cr) - не более 1,0·10 ⁻¹⁰ (1); - медь (Cu) - не более 1,0·10 ⁻¹⁰ (1); - железо (Fe) - не более 1,0·10 ⁻¹⁰ (1); - калий (K) - не более 1,0·10 ⁻¹⁰ (1); -	Должен быть достигнут уровень MDL (Method Detected Limit) – предел обнаружения методик, не хуже. Анализируемая среда – Деионизованная вода для топологии 28 нм. Приведенные требования к значениям концентрации и количеству катионов уточняются в Техническом

			литий (Li) - не более $1,0 \cdot 10^{-10}$ (1); - магний (Mg) - не более $1,0 \cdot 10^{-10}$ (1); - натрий (Na) - не более $1,0 \cdot 10^{-10}$ (1); - никель (Ni) - не более $1,0 \cdot 10^{-10}$ (1); - титан (Ti) - не более $1,0 \cdot 10^{-10}$ (1); - барий (Ba) - не более $5,0 \cdot 10^{-10}$ (5); - бериллий (Be) - не более $5,0 \cdot 10^{-10}$ (5); - висмут (Bi) - не более $5,0 \cdot 10^{-10}$ (5); - кадмий (Cd) - не более $5,0 \cdot 10^{-10}$ (5); - кобальт (Co) - не более $5,0 \cdot 10^{-10}$ (5); - серебро (Ag) - не более $5,0 \cdot 10^{-10}$ (5); - молибден (Mo) - не более $5,0 \cdot 10^{-10}$ (5); - стронций (Sr) - не более $5,0 \cdot 10^{-10}$ (5); - ванадий (V) - не более $5,0 \cdot 10^{-10}$ (5); -	литий (Li) - не более $1,0 \cdot 10^{-10}$ (1); - магний (Mg) - не более $1,0 \cdot 10^{-10}$ (1); - натрий (Na) - не более $1,0 \cdot 10^{-10}$ (1); - никель (Ni) - не более $1,0 \cdot 10^{-10}$ (1); - титан (Ti) - не более $1,0 \cdot 10^{-10}$ (1); - барий (Ba) - не более $5,0 \cdot 10^{-10}$ (5); - бериллий (Be) - не более $5,0 \cdot 10^{-10}$ (5); - висмут (Bi) - не более $5,0 \cdot 10^{-10}$ (5); - кадмий (Cd) - не более $5,0 \cdot 10^{-10}$ (5); - кобальт (Co) - не более $5,0 \cdot 10^{-10}$ (5); - серебро (Ag) - не более $5,0 \cdot 10^{-10}$ (5); - молибден (Mo) - не более $5,0 \cdot 10^{-10}$ (5); - стронций (Sr) - не более $5,0 \cdot 10^{-10}$ (5); - ванадий (V) - не более $5,0 \cdot 10^{-10}$ (5); -	Задании на разработку.
--	--	--	--	--	------------------------

			вольфрам (W) - не более $5,0 \cdot 10^{-10}$ (5); - олово (Sn) - не более $5,0 \cdot 10^{-10}$ (5); - цинк (Zn) - не более $1,0 \cdot 10^{-10}$ (1); - свинец (Pb) - не более $5,0 \cdot 10^{-10}$ (5); - сурьма (Sb) - не более $5,0 \cdot 10^{-10}$ (5);	вольфрам (W) - не более $5,0 \cdot 10^{-10}$ (5); - олово (Sn) - не более $5,0 \cdot 10^{-10}$ (5); - цинк (Zn) - не более $1,0 \cdot 10^{-10}$ (1); - свинец (Pb) - не более $5,0 \cdot 10^{-10}$ (5); - сурьма (Sb) - не более $5,0 \cdot 10^{-10}$ (5);	
2	Массовая доля примесей анионов, % масс. (ppt)	-	- бромид (Br-) – не более $20,0 \cdot 10^{-10}$ (20,0); - нитрат (NO ₃ -) – не более $20,0 \cdot 10^{-10}$ (20,0); - нитрит (NO ₂ -) – не более $20,0 \cdot 10^{-10}$ (20,0); - сульфат (SO ₄ ²⁻) – не более $20,0 \cdot 10^{-10}$ (20,0); - фосфат (PO ₄ ³⁻) – не более $20,0 \cdot 10^{-10}$ (20,0); - фторид (F-) – не более $20,0 \cdot 10^{-10}$ (20,0); - хлорид (Cl-) – не более $20,0 \cdot 10^{-10}$ (20,0)	- бромид (Br-) – не более $20,0 \cdot 10^{-10}$ (20,0); - нитрат (NO ₃ -) – не более $20,0 \cdot 10^{-10}$ (20,0); - нитрит (NO ₂ -) – не более $20,0 \cdot 10^{-10}$ (20,0); - сульфат (SO ₄ ²⁻) – не более $20,0 \cdot 10^{-10}$ (20,0); - фосфат (PO ₄ ³⁻) – не более $20,0 \cdot 10^{-10}$ (20,0); - фторид (F-) – не более $20,0 \cdot 10^{-10}$ (20,0); - хлорид (Cl-) – не более $20,0 \cdot 10^{-10}$ (20,0)	Должен быть достигнут уровень MDL (Method Detected Limit) – предел обнаружения методик, не хуже. Анализируемая среда – Деионизованная вода для топологии 28 нм. Приведенные требования к количеству анионов уточняются в Техническом Задании на разработку.

3	Массовая доля общего кремния (как Si), мкг/л (ppb)	-	$2,0 \cdot 10^{-8}$ (0.2)	$2,0 \cdot 10^{-8}$ (0.2)	Должен быть достигнут уровень MDL (Method Detected Limit) – предел обнаружения методик, не хуже. Анализируемая среда – Деионизованная вода для топологии 28 нм. Приведенные требования к количеству общего кремния уточняются в Техническом Задании на разработку.
4	Массовая доля растворённого кремния (как SiO ₂), мкг/л (ppb)	-	$5,0 \cdot 10^{-9}$ (0.05)	$5,0 \cdot 10^{-9}$ (0.05)	Должен быть достигнут уровень MDL (Method Detected Limit) – предел обнаружения методик, не хуже. Анализируемая среда – Деионизованная вода для топологии 28 нм. Приведенные требования к количеству растворенного кремния уточняются в Техническом Задании на разработку.

7.2. Требования в зависимости от специфики проекта.

№ п/п.	Наименование требования	Описание
1	Требования к составу технологического процесса	Описание технологического процесса должно содержать: - назначение и область применения; - требования к показателям точности измерений;

		- требования к средствам измерений, вспомогательным устройствам, материалам и реактивам; - методику измерений; - требования безопасности, охраны окружающей среды; - требования к квалификации операторов; - требования к условиям измерений; - порядок выполнения измерений; - порядок обработки результатов измерений; - порядок оформления результатов измерений; - определение точности, погрешности и неопределенности результатов измерений; - метрологические характеристики методики измерений; - приложения, описывающие порядок подготовки проб, порядок подготовки стандартных растворов и другие необходимые операции; - нормативные ссылки.
--	--	---

8. Требования к структуре, составу и объему выполняемых работ

№ п/п.	Наименование требования	Описание
1	Требования к исходным данным, которые должны использоваться при выполнении проекта.	Исходными данными для разработки и аттестация методик аналитического контроля качества деионизованной воды для микроэлектронного производства с проектными нормами 28 нм являются требования к параметрам деионизованной воды, изложенных в разделе 7 (ключевые характеристики, для подтверждения которых ставится проект) настоящих технических требований.
2	Требования к составу и объему теоретических исследований.	Теоретические исследования должны быть направлены на изучение и выбор современных передовых методов измерения параметров деионизованной воды по контролируемым примесям катионов металлов с массовой долей уровня менее 1-5 ppb анионов – уровня менее 20 ppb, общего и растворенного кремния – уровнями менее 0,2 ppb для общего и менее 0,05 ppb для растворенного. В основу теоретических исследований должны быть положены методы масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой, атомно-эмиссионной спектрометрии, атомно-абсорбционной спектрометрии, ионной хроматографии и фотометрии. Должен быть осуществлен выбор комплектаций аналитического и вспомогательного оборудования с расходными составляющими, обеспечивающими измерение параметров химических материалов в указанных диапазонах, должен быть осуществлен подбор составляющих для систем инфраструктуры в рамках обеспечения стабильных условий для проведения измерений.

3	Требования к составу, объему и качеству экспериментальных работ.	Состав экспериментальных работ: 1. Отработка технологии отбора/получения и транспортировки проб химических материалов из тары в состоянии поставки или от заказчика анализа; 2. Отработка технологии подготовки лаборатории к проведению измерений (оснастки, химических реактивов, стандартных растворов и др); 3. Отработка технологии подготовки проб к проведению измерений (пробоподготовка); 4. Отработка технологии непосредственного измерения параметров деионизованной воды для топологии 28 нм на аналитическом оборудовании; 5. Разработка и последующие измерения должны проводиться в контролируемых условиях окружающей среды в чистых помещениях класса не хуже 6ИСО по ГОСТ Р ИСО 14644-1, с поддерживаемой температурой воздуха в диапазоне не хуже +20 С, и влажностью в диапазоне не хуже 55+-10%. Должен быть обеспечен уровень вибраций не хуже VC-C по IEST-RP-CC012.2 и уровень ВМЗ (молекулярных загрязнений в воздухе) не хуже класса ИСО-АМС-8 по ГОСТ Р ИСО 14644-8; 6. Должен быть описан порядок технического обслуживания, калибровки и поверки аналитического оборудования. указан график выполнения этих работ и график замены расходных материалов и комплектующих в разбивке «по времени», «по расходу», «по событию».
4	Требования к метрологическому обеспечению экспериментальных исследований.	1. Метрологические характеристики аналитического оборудования, применяемого для разработки методик аналитического контроля качества деионизованной воды для микроэлектронного производства с проектными нормами 28 нм, должны обеспечивать достижение заданного предела обнаружения методик. 2. Метрологические характеристики, разрабатываемых методик, определяются независимыми экспертами на основе статистических данных замеров параметров, выполненных по программе, разработанной сертифицирующей организацией. Метрологические характеристики должны быть представлены по форме: - Наименование и обозначение элемента; - Диапазон измерений массовой доли, ppt; - Относительное среднеквадратическое отклонение повторяемости, %; - Относительное среднеквадратическое отклонение внутрилабораторной прецизионности, %;

		- Границы относительной систематической погрешности при вероятности $P = 0,95, \%$; - Границы относительной погрешности при вероятности $P = 0,95, \%$.
5	Требования к разработке, изготовлению и испытаниям макетов (моделей, экспериментальных образцов), в зависимости от характера (специфики) выполняемого проекта и требований отраслевых стандартов.	Определяются по согласованию с организацией-заказчиком технологического предложения в КД, ТД и программе испытаний.
6	Требования к проведению патентных исследований.	Проводятся в соответствии с ГОСТ Р 15.011
7	Требования к подготовке предложений (рекомендаций) по реализации результатов проекта.	Реализация результатов работы проводится путем аттестации и последующего использования разработанных методик аналитического контроля качества деионизованной воды для микроэлектронного производства с проектными нормами 28 нм. Разработанные методики будут использованы для контроля систем обеспечения качества деионизованной воды на действующих российских микроэлектронных предприятиях. Разработанные методики позволят осуществлять входной контроль качества воды, мониторинг эффективности систем подготовки, выявлять источники загрязнений и документально подтверждать соответствие воды требованиям технологического регламента для топологии 28 нм. Разработанные методики будут использоваться на всех стадиях запуска и подготовки производств деионизованной воды с заданными технологическими размерами, а так же для аттестации установок и оценки очистки оснастки для работы микроэлектронного производства 28 нм и ниже, что обеспечит технологических суверенитет страны. Разработанные в рамках импортозамещения методики применимы для микроэлектронных производств с проектными нормами 28 нм и является технологическим заделом для технологий производства деионизованной воды и химических реактивов с проектными нормами 28 нм и ниже.
8	Требования к предполагаемым результатам исследований и чем должна заканчиваться работа по теме.	В результате выполнения работы должны быть разработаны, апробированы и внедрены в практику комплект четырех аттестованных методик аналитического контроля ДВ включающих в себя технологию подготовки аналитического оборудования и оснастки к выполнению анализа,

		пробоподготовку и порядок обработки и оформления результатов измерений и технологию отбора, хранения и транспортировки проб деионизованной воды для ультраследового анализа.
9	Требования к перечню (составу и видам) разрабатываемых документов.	Требования к документам; - ГОСТ Р 8.563 «Методики (методы) измерений»; - ГОСТ Р ИСО 5725-1 – 5725-6 «Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений»; - РМГ 61 «Показатели точности, правильности, прецизионности методик количественного химического анализа. Методы оценки»; - РМГ 76 «Внутренний контроль качества результатов количественного химического анализа». Состав документов – комплект методик в соответствии с задачами выполнения проекта. Методики должны включать в себя разделы и приложения в соответствии с п.7. настоящего технического задания (Требования в зависимости от специфики проекта.
10	Требования к порядку согласования с заказчиком разрабатываемых в проекте документов, в том числе программ и методик испытаний макетов (моделей, экспериментальных образцов, места проведения их испытаний и др.), конструкторской и другой технической документации	В соответствии с Договором о выполнении НИР между Заказчиком технологического предложения и Исполнителем
11	Требования по обеспечению сохранения коммерческой тайны.	При выполнении НИР и использовании результатов работы исполнители руководствуются требованиями Закона Российской Федерации от 21.07.1993 № 5485-1 «О государственной тайне», «Положением о порядке обращения со служебной информацией ограниченного распространения в федеральных органах исполнительной власти», утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 03.01.1994 № 1233.
12	Требования по расчету планируемого экономического эффекта от реализации результатов проекта.	Не предъявляются
13	Требования необходимости согласования ТЗ с головным научно- исследовательским институтом по виду техники (деятельности).	Не предъявляются

14	Требования необходимости привлечения организации-рецензента и направления ОНТД на рецензию перед рассмотрением на НТС (секции НТС).	Не предъявляются
----	---	------------------

9. Порядок приемки проекта (этапов проекта)

Этап 1. Теоретические и экспериментальные исследования по разработке технологии аналитического контроля качества деионизованной воды для микроэлектронного производства с проектными нормами 28 нм.

- Проведение теоретических исследований вопросов по созданию аналитических методик с заданными показателями.

- Проведение патентных исследований.

- Разработка проектов методик измерений.

- Разработка пилотного комплекта технологической документации (методики измерений по всем установленным показателям и процедура отбора, хранения и транспортировки проб деионизованной воды).

- Формирование технического задания на разработку и аттестацию методик.

- Разработка текстовой части методик в соответствии с техническим заданием.

- Формирование рабочих мест для проведения анализов на базе нового применяемого аналитического оборудования.

- Составление справки о соответствии полученных результатов требованиям ТЗ.

- Разработка отчетных документов по этапу 1.

- Предъявление этапа 1.

- Согласование и утверждение Акта сдачи-приемки этапа 1.

- Составление НТО по результатам выполнения этапа 1.

Что предъявляется:

- отчет о проведении исследования современных аналитических методик по теме технического задания и аналитического оборудования;

- отчет о проведении патентных исследований;

- проекты методик измерений;

- пилотный комплект технологической документации;

- техническое задание на разработку и аттестацию методик;

- текстовая часть методик в соответствии с техническим заданием;

- акт о вводе рабочих мест для проведения анализов на базе нового аналитического оборудования в эксплуатацию;

- справка о соответствии полученных результатов требованиям ТЗ;

- комплект отчетных документов по этапу 1;

- предъявительская записка по приемке этапа 1;

- согласованный и утвержденный акт сдачи-приемки этапа 1;

- НТО по результатам выполнения этапа 1.

Этап 2. Разработка технологии аналитического контроля качества деионизованной воды для микроэлектронного производства с проектными нормами 28 нм.

- Корректировка (при необходимости) комплекта технологической документации.

- Разработка программы набора статистических данных по применению методик.

- Выполнение работ по набору статистических данных по применению аналитических методик в соответствии с программой.

- Разработка отчетных документов по этапу 2.

- Предъявление этапа 2.

- Согласование и утверждение Акта сдачи-приемки этапа 2.

- Составление НТО по результатам работы по этапу 2.

Что предъявляется:

- откорректированный (при необходимости) комплект технологической документации;

- программа и план набора статистических данных по применению методик;
- протоколы результатов измерений по разработанным методикам;
- отчет по выполнению работ по набору статистических данных по применению аналитических методик в соответствии с программой;

- комплект отчетных документов по этапу 2;
- предъявительская записка по приемке этапа 2;
- согласованный и утвержденный акт сдачи-приемки этапа 2;
- НТО по результатам работы по этапу 2.

Этап 3. Аттестация методик аналитического контроля качества деионизованной воды для микроэлектронного производства с проектными нормами 28 нм.

- Аттестация разработанных методик;
- Определение/расчет метрологических характеристик разработанных методик;
- Разработка программы приемки результатов работы;
- Проведение приемочных испытаний результатов работы;
- Проведение по результатам приемочных испытаний корректировки (при необходимости) ТД;

- Составление справки о технико-экономических показателях разработанной технологии;

- Составление справки о технологической подготовке лаборатории и внедрении технологии;

- Разработка отчетных документов по этапу 3 научно-исследовательской работы и работе в целом;

- Составление итогового НТО;
- Предъявление этапа 3 работы и работы в целом;
- Согласование и утверждение Акта сдачи-приемки этапа 3 и работы в целом;
- Подготовка проекта Решения по Акту комиссии по приемке работы в целом.

Что предъявляется:

- аттестаты (свидетельства) на разработанные методики измерений;
- расчет метрологических характеристик разработанных методик;
- программа приемки результатов работы;
- протоколы результатов приемочных испытаний;
- акт по результатам проведения приемочных испытаний работы;
- комплект скорректированной по результатам приемочных испытаний (при необходимости) ТД;

- справка о технико-экономических показателях разработанной технологии;
- справка о технологической подготовке лаборатории и внедрении технологии;
- комплект отчетных документов по этапу 3 и работе в целом.
- итоговый НТО.

- предъявительская записка по выполнению этапа 3 работы и работы в целом.
- согласованный и утвержденный акт сдачи-приемки этапа 3 и работы в целом.
- проект решения по акту комиссии по приемке работы в целом.

Порядок выполнения и приемки этапов работы и работы в целом осуществляется в соответствии с требованиями ГОСТ Р 15.101 и раздела 9 настоящего ТЗ.

Объем проведенных измерений параметров деионизованной должен соответствовать планам набора статистики при аттестации методик и быть достаточным для проведения приемочных испытаний.

После выполнения научно-исследовательских работ исполнитель обязан представлять отчетные документы о полученных результатах интеллектуальной деятельности.

При выполнении работы должны соблюдаться требования конфиденциальности сведений, касающихся выполняемой работы и полученных результатов.

Должны быть разработаны Программы набора статистики и итоговых испытаний и аналитических методик, которые должны содержать:

- описание и аттестат рабочего места (аналитического и лабораторного оборудования) для реализации методики;
- план проведения аттестационных измерений по разработанным методикам с указанием номеров методик и объемов проводимых измерений (предоставляет организация, производящая аттестацию методик);
- план расчета метрологических параметров, составление справки о соответствии полученных результатов метрологическим параметрам в аттестатах методик;
- форму итогового отчета, акта о проведении итоговых испытаний и аттестатов на разработанные методики.

По результатам испытаний при необходимости должна быть проведена корректировка методик и проведены повторные сдаточные испытания.

Исполнитель вправе привлекать к исполнению работы третьих лиц в порядке, предусмотренном действующим законодательством.

Исполнитель обязан представлять отчетные документы о полученных результатах интеллектуальной деятельности (объектах интеллектуальной собственности), подлежащих охране как ноу-хау, содержащих аннотацию, подтверждение коммерческой ценности, мотивированное обоснование необходимости правовой охраны результатов выполненных работ в качестве ноу-хау.

При выполнении работы должны соблюдаться требования конфиденциальности сведений, касающихся выполняемой работы и полученных результатов. Передача сведений и (или) результатов работы третьей стороне может осуществляться после заключения соглашения о неразглашении.

Приемка промежуточных результатов: предъявляются утвержденные тексты методик, протоколы измерений параметров деионизованной воды для микроэлектронного производства с проектными нормами 28 нм, предварительный НТО.

Приемка окончательных результатов: предъявляются программа приемки результатов реализации Проекта, расчеты метрологических параметров, аттестаты методик, итоговый НТО.

10. Перечень научно-технической документации, регламентирующий выполнение поставленных заказчиком технологического предложения требований и проекта в целом

ГОСТ 3.1001 ЕСТД. Общие положения

ГОСТ 3.1102 ЕСТД. Стадии разработки и виды документов. Общие положения

ГОСТ 3.1105 ЕСТД. Формы и правила оформления документов общего назначения

ГОСТ 3.1118 ЕСТД. Формы и правила оформления маршрутных карт

ГОСТ 3.1122 ЕСТД. Формы и правила оформления документов специального назначения. Ведомости технологические

ГОСТ 3.1201 ЕСТД. Система обозначения технологической документации

ГОСТ Р 15.101.

ГОСТ Р 15.011.

11. Дополнительные сведения (показатели)

11.1. Перечень создаваемых по итогам выполнения проекта прототипов (макет, лабораторный, экспериментальный, репрезентативный, опытный, контрольный образец гражданской продукции (продукта, товара), изготовленный по полученной (созданной или усовершенствованной) в рамках реализации Проекта технологии).

№ п/п	Прототип/образец	Вид образца	Краткое отличительное наименование образца
1	образец для производства ЭКБ	экспериментальный образец	Методики определения катионов, анионов, общего и растворенного кремния в деионизованной воде для микроэлектронного производства 28 нм, а также технология отбора, хранения и транспортировки проб этой воды.

11.2. Требуемый уровень готовности технологии (УГТ) по результатам выполнения проекта.

УГТ	5
Название уровня готовности технологии	Пятый уровень готовности технологий «Получение экспериментального образца»
Описание основных характеристик уровня готовности технологии	изготовлен и испытан экспериментальный образец (образец продукции, обладающий основными признаками намечаемой к разработке продукции, изготавливаемый в целях проверки предлагаемых решений и уточнения отдельных характеристик для использования их при разработке этой продукции) в реальном масштабе по полупромышленной (осуществляемой в условиях производства, но не являющейся частью производственного процесса) технологии, воспроизведены основные внешние условия. Проведено внутреннее подтверждение посредством представления объективных свидетельств того, что требования, предназначенные для конкретного использования или применения, выполнены (далее - валидация). Под валидацией в том числе может подразумеваться клиническое исследование или клиническое испытание. Интегрированы основные элементы экспериментального образца с элементами технологии.
Результаты, соответствующие уровню готовности технологии	инициатор должен изготовить экспериментальный образец и провести его внутреннюю валидацию в условиях, приближенных к реальным. Допустимо воспроизведение условий не в полном объеме, поскольку это не окажет влияния на основные функции продукции и план валидации. Инициатор должен: осуществлять валидацию по технологии в условиях производства, которая не является частью производственного процесса; воспроизвести при испытаниях основные внешние условия, включая окружающую среду, которые предполагаются при эксплуатации продукции; интегрировать основные элементы экспериментального образца продукции с другими элементами технологии в целях повышения производительности и качества операций, а также снижения эксплуатационных затрат; представить экспертной организации сведения о разработке экспериментального образца продукции и результаты

	проведения внутренней валидации экспериментального образца.
--	---

Технические требования (исходные данные) организации-заказчика технологического предложения

1. Код классификатора по направлению «Микроэлектроника»

11-132

2. Наименование технологического предложения

№ 26-90-00153

Разработка технологии получения газовых смесей на основе особо чистых N₂, Ar, XCDA с концентрацией примесей O₂, H₂O, CO, CO₂, C_xH_y на уровне не более 1 ppb для калибровки прецизионного газоаналитического оборудования.

3. Организация-заказчик технологического предложения

АО «Микрон»

4. Наименование проекта

№ 26-91-13011

Проведение исследований и разработка научно-методических основ и экспериментального комплекса динамической генерации примесей O₂, H₂O, CO, CO₂, C_xH_y в чистом N₂, Ar, XCDA на уровне 1 ppb для калибровки газоаналитического оборудования.

5. Финансирование проекта

Объем запрашиваемого финансирования проекта (тыс. рублей)			Планируемый объем софинансирования проекта (не менее 5%) (тыс. рублей)		
для 1 этапа	для 2 этапа	для 3 этапа	для 1 этапа	для 2 этапа	для 3 этапа
30 000	30 000	30 000	1 500	1 500	1 500

Вид научных исследований.

Проект предусматривает проведение **прикладных** научных исследований.

6. Задачи выполнения проекта

6.1. Исследование существующих и перспективных методов получения газовых смесей с содержанием компонентов на уровне от 1 до 100 ppb. Исследование динамических режимов смешивания газов, определение основных достоинств и недостатков.

6.2. Разработка методик измерений примесей O₂, H₂O, CO, CO₂, C_xH_y в N₂, Ar, XCDA в диапазоне от 1 до 100 ppb.

6.3. Разработка комплекта конструкторской документации на репрезентативный образец экспериментального комплекса динамической генерации примесей O₂, H₂O, CO, CO₂, C_xH_y в чистом N₂, Ar, XCDA на уровне 1 ppb (далее – Комплекс). Изготовление макета Комплекса.

6.4. Разработка технологии калибровки анализаторов N₂, Ar, XCDA на уровне примесей 1 ppb с применением разрабатываемого Комплекса.

6.5. Изготовление репрезентативного образца Комплекса, разработка проекта технических условий.

6.6. Разработка учебно-методических пособий и практикумов по высокочувствительному газовому анализу.

6.7. Разработка проекта программы и методик предварительных и приемочных испытаний репрезентативного образца Комплекса.

6.8. Проведение (при необходимости) по результатам приемочных испытаний корректировки конструкторской и технологической документации на технологию

получения калибровочных газовых смесей динамическим методом и мобильного стенда.

6.9. Корректировка (при необходимости) конструкции репрезентативного образца Комплекса по результатам приемочных испытаний.

7. Технические требования к материалу, предполагаемому к созданию (модернизации).

7.1. Ключевые характеристики, для подтверждения которых ставится проект

№ п/п	Наименование характеристики (параметра, показателя назначения), ед. измерения	Количественное значение характеристики Этап экспериментального подтверждения			Прим.
		1	2	3	
1	Нижняя граница диапазона концентрации примесей, не более, ppb	-	1	1	Второй этап: достижение заданных значений в разработанном макете Комплекса. Третий этап: достижение заданных значений в разработанном репрезентативном образце Комплекса.
2	Верхняя граница диапазона концентрации примесей, не менее, ppb	-	100	100	Второй этап: достижение заданных значений в разработанном макете Комплекса. Третий этап: достижение заданных значений в разработанном репрезентативном образце Комплекса.
3	Относительная погрешность задаваемой концентрации примесей, не более, %	-	2,0	2,0	Второй этап: достижение заданных значений в разработанном макете Комплекса. Третий этап: достижение заданных значений в разработанном репрезентативном образце Комплекса.
4	Относительная погрешность установки расхода, не более, %	-	2	2	Второй этап: достижение заданных значений в

					разработанном макете Комплекса. Третий этап: достижение заданных значений в разработанном репрезентативном образце Комплекса.
5	Максимальное рабочее давление, не менее, бар	-	5	5	Второй этап: достижение заданных значений в разработанном макете Комплекса. Третий этап: достижение заданных значений в разработанном репрезентативном образце Комплекса.
6	Максимальное значение коэффициента разбавления, не менее, раз	-	100	100	Второй этап: достижение заданных значений в разработанном макете Комплекса. Третий этап: достижение заданных значений в разработанном репрезентативном образце Комплекса.
7	Относительная погрешность коэффициента разбавления, не более, %	-	2	2	Второй этап: достижение заданных значений в разработанном макете Комплекса; Третий этап: достижение заданных значений в разработанном репрезентативном образце Комплекса.
8	Нестабильность температуры в печи термостата, не более, °С	-	0,05	0,05	Второй этап: достижение заданных значений в разработанном макете Комплекса; Третий этап: достижение заданных значений в разработанном репрезентативном образце Комплекса.

9	Предел допускаемой сходимости расхода, не более, %	-	1	1	Второй этап: достижение заданных значений в разработанном макете Комплекса; Третий этап: достижение заданных значений в разработанном репрезентативном образце Комплекса.
---	--	---	---	---	--

7.2. Требования в зависимости от специфики проекта.

№ п/п.	Наименование требования	Описание
1	Требования к технологии разработки изделия	В процессе разработки экспериментального комплекса динамической генерации примесей O ₂ , H ₂ O, CO, CO ₂ , C _x H _y в чистом N ₂ , Ar, XCDA на уровне 1 ppb быть разработаны и подтверждены: - состав Комплекса и назначение его основных компонентов; - технические решения для стабильной генерации заданной концентрации примесей; - применяемые при разработке Комплекса алгоритмы и методы, исключающие превышение допустимых значений относительной погрешности; - технологии энергоэффективного управления источником питания; - комплект конструкторской документации; - программы и методики предварительных и приемочных испытаний; - репрезентативный образец экспериментального комплекса динамической генерации примесей O₂, H₂O, CO, CO₂, C_xH_y в чистом N₂, Ar, XCDA на уровне 1 ppb.
2	Требования к материалам и компонентам	Материалы и компоненты, используемые при разработке репрезентативного образца Комплекса, должны соответствовать следующим требованиям: - материалы корпуса – непылящие, не вносящие дополнительных загрязнений при работе репрезентативного образца Комплекса; - газовые линии – электрополированная нержавеющая сталь марки 316L с шероховатостью не более 10 Ra = 0,35 мкм; - электронные компоненты с подтверждённой надёжностью; - материал регуляторов массового расхода – нержавеющая сталь; - материал уплотнений – нержавеющая сталь марки 316L или никель.
3	Требования электрической безопасности	Репрезентативный образец Комплекса не должен создавать опасность поражения электрическим током

		при эксплуатации, должен относиться к классу I ГОСТ 12.2.007.0. по способу защиты человека от поражения электрическим током
4	Требования к герметичности и долговечности	Репрезентативный образец Комплекса должен соответствовать следующим требованиям: - уровень герметичности не хуже 10-9 атм·см ³ /сек (по результатам He-теста); - сорбционная устойчивость; - устойчивость к воздействию применяемых химических сред; - расчетный срок службы не менее 10 лет.
5	Требования к метрологическому обеспечению	Результаты измерений должны выражаться в единицах величин, установленных постановлением Правительства Российской Федерации от 31 октября 2009 г. № 879, и представляться с указанием значений характеристик погрешностей измерений, предусмотренных МИ 1317-2004. Методики измерений за исключением методик, предназначенных для выполнения прямых измерений, внесённых в эксплуатационную документацию средства измерений, должны быть аттестованы в соответствии с приказом Министерства промышленности и торговли Российской Федерации от 15 декабря 2015 г. № 4091. Методики измерений, используемые при проверке характеристик Комплекса, должны обеспечивать контроль (измерение) с требуемой достоверностью и точностью и с учётом необходимого времени измерений, должны быть безопасными и исключать возможность снижения качества и надёжности. Выбор средств измерений должен осуществляться с учетом выбранной методики измерений, требуемой точности измерений и характеристик Комплекса в реальных условиях эксплуатации.
6	Требования к технологичности и воспроизводимости	Репрезентативный образец Комплекса должен быть пригоден для серийного производства: - разработка КД по ЕСКД; - воспроизводимость характеристик от изделия к изделию; - наличие процедур входного, операционного и выходного контроля; - соответствие системы качества требованиям ISO 9001.

8. Требования к структуре, составу и объёму выполняемых работ

№ п/п.	Наименование требования	Описание
1	Требования к исходным данным, которые должны использоваться при выполнении проекта.	Определяются исполнителем

2	Требования к составу и объему теоретических исследований.	Определяются исполнителем
3	Требования к составу, объему и качеству экспериментальных работ.	Для подтверждения и проверки выбранных конструктивных и технических решений, а других требований, предъявляемых к разрабатываемому репрезентативному образцу Комплекса, требуется проведение испытаний макета Комплекса, по разработанным и согласованным программам и методикам на этапе технического проекта. Для подтверждения соответствия разрабатываемого репрезентативного образца Комплекса настоящим требованиям и нормативно-технической документации должны быть проведены следующие испытания репрезентативного образца Комплекса: - предварительные испытания с целью предварительной оценки соответствия репрезентативного образца Комплекса настоящим требованиям, а также для определения готовности репрезентативного образца к приемочным испытаниям; - приемочные испытания с целью оценки всех определенных настоящими требованиями характеристик репрезентативного образца Комплекса, а также для принятия решений о возможности серийного производства репрезентативного образца Комплекса.
4	Требования к метрологическому обеспечению экспериментальных исследований.	Методики (методы) измерений при выполнении технологических операций должны соответствовать требованиям ГОСТ Р 8.563 «Государственная система обеспечения единства измерений. Методики (методы) измерений». 1. Средства измерений должны быть выбраны с учетом: - величин измеряемых параметров и допустимых пределов их изменения; - установленной погрешности измерений; - условий эксплуатации. 2. Средства измерений, испытательное и контрольное оборудование должны иметь соответствующую документацию (техническое описание, формуляр или паспорт) и свидетельства о поверке или аттестации в случае применения эталонов и испытательного оборудования.
5	Требования к разработке, изготовлению и испытаниям макетов (моделей, экспериментальных образцов), в зависимости от характера (специфики) выполняемого проекта и	Должен быть разработан, изготовлен и испытан макет экспериментального комплекса динамической генерации примесей O₂, H₂O, CO, CO₂, C_xH_y в чистом N₂, Ar, XCDA на уровне 1 ppb в соответствии с действующей нормативной документацией.

	требований отраслевых стандартов.	
6	Требования к проведению патентных исследований.	Патентные исследования проводятся по ГОСТ Р 15.011, по результатам которых оформляется отчёт. Должна быть обеспечена патентная чистота на конструктивные решения в отношении Российской Федерации.
7	Требования к подготовке предложений (рекомендаций) по реализации результатов проекта.	По окончании работ Исполнитель представляет предложения по дальнейшему использованию результатов проекта. Предложения оформляются в виде пояснительной записки и должны включать общие рекомендации по возможным направлениям применения результатов проекта. Состав, объем и формат данных предложений определяются Исполнителем самостоятельно на основе полученных в ходе проекта результатов.
8	Требования к предполагаемым результатам исследований и чем должна заканчиваться работа по теме.	В результате выполнения проекта должны решены все, указанные в п. 5 задачи и достигнута основная цель проекта, которая заключается в разработке научно-методических основ и экспериментального комплекса динамической генерации примесей O ₂ , H ₂ O, CO, CO ₂ , C _x H _y в чистом N ₂ , Ar, XCDA на уровне 1 ppb для калибровки газоаналитического оборудования.
9	Требования к перечню (составу и видам) разрабатываемых документов.	На каждом этапе разрабатывается научно-технический отчет в соответствии с требованиями ГОСТ 7.32. Перечень разрабатываемой документации должен быть определен на этапе технического проекта. Разрабатываемая документация должна соответствовать требованиям стандартов ЕСКД, ЕСПД, ЕСТД.
10	Требования к порядку согласования с заказчиком разрабатываемых в проекте документов, в том числе программ и методик испытаний макетов (моделей, экспериментальных образцов, места проведения их испытаний и др.), конструкторской и другой технической документации	В рамках выполнения работы должно быть проведено согласование с Заказчиком разрабатываемой в проекте документации, в том числе программы и методик испытаний макета и репрезентативного образца, конструкторской и другой технической документации
11	Требования по обеспечению сохранения коммерческой тайны.	Не предъявляются
12	Требования по расчету планируемого экономического эффекта от	Не предъявляются

	реализации результатов проекта.	
13	Требования необходимости согласования ТЗ с головным научно- исследовательским институтом по виду техники (деятельности).	Не предъявляются.
14	Требования необходимости привлечения организации-рецензента и направления ОНТД на рецензию перед рассмотрением на НТС (секции НТС).	Не предъявляются

9. Порядок приемки проекта (этапов проекта)

Выполнение и приемка проекта (этапов проекта) осуществляется в соответствии с требованиями технического задания и с учетом ГОСТ Р 15.101.

За 15 календарных дней до окончания этапа проекта, Исполнитель обязан в письменной форме представить Заказчику уведомление о готовности к сдаче и отчетные материалы в электронном виде.

Уведомление Исполнителя о готовности к сдаче должно быть подписано руководителем Исполнителя (иным уполномоченным лицом).

Для приемки результатов Исполнитель представляет следующие материалы:

- копию ТЗ;
- протокол НТС (секции Ученого совета) Исполнителя по рассмотрению результатов работ проекта (этапа проекта);
- научно-техническую документацию в соответствии с ТЗ;
- проект программы приемки проекта (этапов проекта);

Рассмотрение результатов проекта (этапов проекта) осуществляется комиссией, назначаемой Заказчиком, с включением в ее состав представителей Исполнителя.

Приемка проекта осуществляется в соответствии с требованиями ТЗ.

10. Перечень научно-технической документации, регламентирующий выполнение поставленных заказчиком технологического предложения требований и проекта в целом

ГОСТ Р 2.001 Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Общие положения

ГОСТ Р 15.301 Система разработки и постановки продукции на производство (СРПП). Продукция производственно-технического назначения. Порядок разработки и постановки продукции на производство

ГОСТ Р 15.101 Система разработки и постановки продукции на производство. Порядок выполнения научно-исследовательских работ

ГОСТ 2.120 Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Технический проект

ГОСТ Р 2.002 Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Требования к моделям, макетам и темплетам, применяемым при проектировании

ГОСТ Р 15.011 Интеллектуальная собственность. Патентные исследования. Содержание и порядок проведения

ГОСТ Р 2.102 Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Виды и комплектность конструкторских документов

ГОСТ Р 2.105 Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Общие требования к текстовым документам.

11. Дополнительные сведения (показатели)

11.1. Перечень создаваемых по итогам выполнения проекта прототипов (макет, лабораторный, экспериментальный, репрезентативный, опытный, контрольный образец гражданской продукции (продукта, товара), изготовленный по полученной (созданной или усовершенствованной) в рамках реализации Проекта технологии).

№ п/п	Прототип/образец	Вид образца	Краткое отличительное наименование образца
1	образец для производства ЭКБ	репрезентативный образец	Экспериментальный комплекс динамической генерации примесей O ₂ , H ₂ O, CO, CO ₂ , C _x H _y в чистом N ₂ , Ar, XCDA на уровне 1 ppb
2	прототип ЭКБ	макет	Макет экспериментального комплекса динамической генерации примесей O ₂ , H ₂ O, CO, CO ₂ , C _x H _y в чистом N ₂ , Ar, XCDA на уровне 1 ppb

11.2. Требуемый уровень готовности технологии (УГТ) по результатам выполнения проекта.

УГТ	6
Название уровня готовности технологии	Шестой уровень готовности технологий «Получение репрезентативного образца»
Описание основных характеристик уровня готовности технологии	изготовлен репрезентативный образец (полнофункциональный репрезентативный образец продукции на пилотной производственной линии). Подтверждены рабочие характеристики в условиях, приближенных к реальности. Проведена внешняя валидация.
Результаты, соответствующие уровню готовности технологии	инициатор должен изготовить репрезентативный образец на пилотной линии производства и подтвердить его рабочие характеристики посредством проведения внешней валидации продукции инвестором, потребителем или организацией, принимающей технологии, которая осуществляет оценку уровня готовности технологии (далее - организация, принимающая технологии). Инициатор может изменить порядок подготовки образцов и вместо репрезентативного образца выполнить условия седьмого уровня готовности технологий «Получение опытного образца», при этом в последующем подготовить репрезентативный образец, выполнив условия текущего уровня готовности технологий. Инициатор должен продемонстрировать функциональность репрезентативного образца в рамках внешней валидации и возможность интеграции технологий в производственный процесс организации, принимающей технологии; продемонстрировать работоспособность технологий для серийной разработки продукции; представить экспертной организации сведения о разработке репрезентативного образца и результаты проведения внешней валидации.

Технические требования (исходные данные) организации-заказчика технологического предложения

1. Код классификатора по направлению «Микроэлектроника»

11-122

2. Наименование технологического предложения

№ 26-90-00156

Разработка и валидация системы аналитического контроля паразитных продуктов при синтезе и очистке полимерной основы литографических материалов.

3. Организация-заказчик технологического предложения

ООО «Поликетон»

4. Наименование проекта

№ 26-91-13058

Разработка и внедрение технологии идентификации и контроля загрязнений при синтезе полимерной основы литографических материалов для технологий 180/90 нм.

5. Финансирование проекта

Объем запрашиваемого финансирования проекта (тыс. рублей)			Планируемый объем софинансирования проекта (не менее 5%) (тыс. рублей)		
для 1 этапа	для 2 этапа	для 3 этапа	для 1 этапа	для 2 этапа	для 3 этапа
30 000	30 000	30 000	1 500	1 500	1 500

Вид научных исследований.

Проект предусматривает проведение **прикладных** научных исследований.

6. Задачи выполнения проекта

6.1. Качественная идентификация примесей ионного и молекулярного характера оказывающих влияние на фотолитографические свойства резистов используемых в технологическом процессе 180/90нм.

6.2. Определение степени влияния примесных компонентов на протекание фотохимических процессов, а также процесса деблокирования в фоторезистах при формировании защитной маски.

6.3. Определение наиболее чувствительных методов количественного анализа критических примесных компонентов, оказывающих наибольшее влияние на изменение фотолитографических свойств.

6.4. Разработка методик количественного определения критических примесей в полимерных основах фоторезистов.

7. Технические требования к материалу, предполагаемому к созданию (модернизации).

7.1. Ключевые характеристики, для подтверждения которых ставится проект

№ п/п	Наименование характеристики (параметра, показателя назначения), ед. измерения	Количественное значение характеристики Этап экспериментального подтверждения			Прим.
		1	2	3	
1	Количество разработанных методик	-	-	1	не менее;

					количество разрабатываемых методик согласовывается с заказчиком на этапе 2
2	Количество идентифицированных примесей	1	1	1	не менее

7.2. Требования в зависимости от специфики проекта.

№ п/п.	Наименование требования	Описание
1	Состав технологии идентификации и контроля загрязнений	В состав разрабатываемой технологии идентификации и контроля загрязнений должны входить: - методики количественного определения критических примесей, установленных в рамках выполнения проекта; - отчеты о метрологической экспертизе разработанных методик.
2	Требования к показателям	Разрабатываемая технология идентификации и контроля загрязнений должна содержать следующие указания: - объем и процедура подготовки анализируемых проб; - последовательность операций при проведении количественного определения критических примесей; - процедура расчета содержания критических примесей в анализируемых пробах; Разрабатываемая технология идентификации и контроля загрязнений должна обеспечивать следующие показатели - количественная идентификация полностью разделенных примесных компонентов содержание на уровне 10 ppb и более.

8. Требования к структуре, составу и объему выполняемых работ

№ п/п.	Наименование требования	Описание
1	Требования к исходным данным, которые должны использоваться при выполнении проекта.	При планировании, постановке задач и проведении работ необходимо руководствоваться настоящими техническими требованиями. Для выбора конкретных методов и подходов исполнитель должен провести анализ имеющейся литературы, отражающей проблему наличия примесей и загрязнений в фоторезистивных материалах и использовать собранные данные для принятия решений.
2	Требования к составу и объему теоретических исследований.	Определяются исполнителем
3	Требования к составу, объему и качеству экспериментальных работ.	По проекту и текущим ТТ исполнитель должен провести следующие работы:

		- экспериментально определить и подтвердить состав и природу примесных компонентов и загрязняющих примесей в полимерной основе фоторезистов; - определить степень влияния обнаруженных примесей на изменение пороговой дозы фоторезистов, шероховатость края линии и угол наклона вертикальной стенки; - экспериментально определить предельно допустимые концентрации по обнаруженным примесям при которых изменения пороговой дозы фоторезистов, шероховатость края линии и угол наклона вертикальной стенки остаются в рамках спецификации и технологических требований, предъявляемых к фоторезисту; - разработать методики количественного определения примесей и загрязняющих компонентов с пределом обнаружения менее предельно допустимых концентраций, установленных ранее.
4	Требования метрологическому обеспечению экспериментальных исследований.	к При выполнении работы допускается применение только поверенных средств измерений утвержденного типа; использование иных средств измерений и испытательного оборудования с документированными характеристиками погрешности не допускается.
5	Требования к разработке, изготовлению и испытаниям прототипов (макетов, образцов), в зависимости от характера (специфики) выполняемого проекта и требований отраслевых стандартов	Испытания разработанных методик определения критических примесей и загрязнений (не менее 1) проводятся с учетом ГОСТ Р 51672 с использованием контрольных образцов материалов, предоставленных Заказчиком (образцы полимерных основ).
6	Требования к проведению патентных исследований.	Патентные исследования проводятся по ГОСТ Р 15.011 в отношении патентной чистоты принимаемых подходов и решений по обнаружению и количественному определению критических примесей и загрязнений. Отчет о патентных исследованиях входит в состав отчетной документации этапа.
7	Требования к подготовке предложений (рекомендаций) по реализации результатов проекта.	По завершении этапа 3 исполнитель представляет заказчику: - рекомендации по встраиванию разработанных методов контроля в производственный процесс получения полимерной основы фоторезистов; - предложения по программе подготовки пользователей и исполнителей осуществляющих контроль примесей и загрязнений согласно разработанным методикам.
8	Требования предполагаемым	к Работа завершается передачей заказчику:

	результатам исследований и чем должна заканчиваться работа по теме.	- отчетной научно-технической документации по этапам и итогового отчета о научно-исследовательской работе; - методик определения критических примесей и загрязнений - отчетов о метрологической экспертизе разработанных методик; - протоколов испытаний контрольных образцов согласно разработанным методикам. Организация, принимающая технологию, - заказчик технологического предложения ООО «Поликетон»: он является потребителем технологии, принимает результат и внедряет его в собственный производственный процесс, не являясь исполнителем или соисполнителем проекта.
9	Требования к перечню (составу и видам) разрабатываемых документов.	Отчетная научно-техническая документация: промежуточный отчет о научно-исследовательской работе по каждому этапу и итоговый отчет по ГОСТ 7.32; отчет о патентных исследованиях по ГОСТ Р 15.011. Испытательная документация: методики определения критических примесей и загрязнений, протоколы испытаний контрольных образцов согласно разработанным методикам, акты приемки этапов. Формы документов, не охваченных перечисленными стандартами, согласуются с заказчиком в порядке п. 8, подпункт 10.
10	Требования к порядку согласования с заказчиком разрабатываемых в проекте документов, в том числе программ и методик испытаний макетов (моделей, экспериментальных образцов, места проведения их испытаний и др.), конструкторской и другой технической документации	Согласование документов проекта выполняется через ответственное лицо заказчика, закрепленное за реализацию технологического предложения. Разрабатываемые методики определения критических примесей и загрязнений, перечень определяемых примесей, места проведения испытаний, состав измерительного оборудования - подлежат письменному согласованию до начала проведения метрологической экспертизы и аттестации (в случае проведения таковых). Отчетная научно-техническая документация этапа представляется не позднее чем за 30 рабочих дней до планируемой даты приемки. Срок рассмотрения документов заказчиком - 10 рабочих дней; замечания устраняются в срок не более 10 рабочих дней, срок повторного рассмотрения - 5 рабочих дней. Изменение согласованных технических требований, перечня определяемых примесей или методов их количественного определения оформляется двусторонним протоколом с обоснованием и оценкой влияния на достижение результатов выполнения проекта.

11	Требования по обеспечению сохранения коммерческой тайны.	Исполнитель вводит режим коммерческой тайны в отношении сведений, полученных от заказчика, и сведений, составляющих результаты проекта, в соответствии с Федеральным законом от 29.07.2004 № 98-ФЗ «О коммерческой тайне». Публикации и доклады подлежат предварительному письменному согласованию с заказчиком в срок не более 15 рабочих дней; в согласовании не может быть немотивированно отказано в отношении результатов, не составляющих коммерческую тайну. Обязательства по сохранению конфиденциальности действуют не менее 5 лет после завершения проекта.
12	Требования по расчету планируемого экономического эффекта от реализации результатов проекта.	Не предъявляются
13	Требования необходимости согласования ТЗ с головным научно-исследовательским институтом по виду техники (деятельности).	Не предъявляются
14	Требования необходимости привлечения организации-рецензента и направления ОНТД на рецензию перед рассмотрением на НТС (секции НТС).	Не предъявляются

9. Порядок приемки проекта (этапов проекта)

Приемка проекта и его этапов осуществляется в соответствии с ГОСТ Р 15.101 «Система разработки и постановки продукции на производство. Порядок выполнения научно-исследовательских работ».

Программа приемки. Исполнитель разрабатывает программу приемки проекта (этапов проекта) и представляет ее заказчику на согласование не позднее 60 календарных дней с даты начала этапа 1. Программа определяет перечень предъявляемых результатов по каждому этапу, порядок и место проведения испытаний, состав приемочной комиссии.

Приемка этапа. По завершении каждого этапа исполнитель предъявляет заказчику отчетную научно-техническую документацию этапа, протоколы испытаний по согласованным программам и методикам (при наличии), а также отчет о патентных исследованиях (только в рамках первого этапа). Приемка проводится приемочной комиссией, формируемой заказчиком с участием представителей исполнителя; заказчик участвует в приемке через ответственное лицо, закрепленное за реализацию технологического предложения. Сроки представления документации, ее рассмотрения и устранения замечаний - п. 8, подпункт 10.

Критерии приемки этапа:

Проведена демонстрация работоспособности разработанных методик путем проведения заключительных испытаний с использованием контрольных образцов.

Представлена документация в составе п. 8, подпункт 9, согласованная в порядке п. 8, подпункт 10.

Результаты приемки оформляются актом приемки этапа, подписанным членами приемочной комиссии. При выявлении несоответствий комиссия оформляет перечень замечаний с указанием сроков устранения; повторное предъявление результатов проводится в согласованный срок, но не позднее 30 рабочих дней с даты оформления перечня замечаний.

10. Перечень научно-технической документации, регламентирующий выполнение поставленных заказчиком технологического предложения требований и проекта в целом

Исполнитель руководствуется перечисленными документами в действующей на момент выполнения работ.

ГОСТ Р ИСО 10006 при осуществлении работ по проекту

ГОСТ Р 51672 при проведении испытаний контрольных образцов по разработанным методикам

Порядок выполнения работ и отчетность: ГОСТ Р 15.101 «СРПП. Порядок выполнения научно-исследовательских работ»; ГОСТ 7.32 «СИБИД. Отчет о научно-исследовательской работе»; ГОСТ Р 15.011 «СРПП. Патентные исследования»; ГОСТ 2.105 (ЕСКД) «Общие требования к текстовым документам» - для документов, не охваченных ЕСПД.

ГОСТ Р 8.1024 и рекомендациями РМГ 63–2003 при проведении метрологической экспертизе, а также ГОСТ Р 8.563 при аттестации разработанных методик.

11. Дополнительные сведения (показатели)

11.1. Перечень создаваемых по итогам выполнения проекта прототипов (макет, лабораторный, экспериментальный, репрезентативный, опытный, контрольный образец гражданской продукции (продукта, товара), изготовленный по полученной (созданной или усовершенствованной) в рамках реализации Проекта технологии)

№ п/п	Прототип/образец	Вид образца	Краткое отличительное наименование образца
1	образец для производства ЭКБ	экспериментальный образец	Методика определения критических примесей и загрязнений

11.2. Требуемый уровень готовности технологии (УГТ) по результатам выполнения проекта.

УГТ	5
Название уровня готовности технологии	Пятый уровень готовности технологий «Получение экспериментального образца»
Описание основных характеристик уровня готовности технологии	изготовлен и испытан экспериментальный образец (образец продукции, обладающий основными признаками намечаемой к разработке продукции, изготавливаемый в целях проверки предлагаемых решений и уточнения отдельных характеристик для использования их при разработке этой продукции) в реальном масштабе по полупромышленной (осуществляемой в условиях производства, но не являющейся частью производственного процесса) технологии, воспроизведены основные внешние условия. Проведено внутреннее подтверждение посредством представления объективных свидетельств того, что требования, предназначенные для конкретного использования или применения, выполнены (далее - валидация). Под валидацией в том числе может подразумеваться

	клиническое исследование или клиническое испытание. Интегрированы основные элементы экспериментального образца с элементами технологии.
Результаты, соответствующие уровню готовности технологии	инициатор должен изготовить экспериментальный образец и провести его внутреннюю валидацию в условиях, приближенных к реальным. Допустимо воспроизведение условий не в полном объеме, поскольку это не окажет влияния на основные функции продукции и план валидации. Инициатор должен: осуществлять валидацию по технологии в условиях производства, которая не является частью производственного процесса; воспроизвести при испытаниях основные внешние условия, включая окружающую среду, которые предполагаются при эксплуатации продукции; интегрировать основные элементы экспериментального образца продукции с другими элементами технологии в целях повышения производительности и качества операций, а также снижения эксплуатационных затрат; представить экспертной организации сведения о разработке экспериментального образца продукции и результаты проведения внутренней валидации экспериментального образца.

Технические требования (исходные данные) организации-заказчика технологического предложения

1. Код классификатора по направлению «Микроэлектроника»

11-212

2. Наименование технологического предложения

№ 26-90-00158

Разработка технологических основ монолитной интеграции гетеробиполярного транзистора и варикапа для разработки перестраиваемых по частоте ГУН на основе гетероструктур GaAs/AlGaAs/InGaP.

3. Организация-заказчик технологического предложения

ЗАО «НПП «Планета-Аргалл»

4. Наименование проекта

№ 26-91-13056

Разработка конструкции и технологии эпитаксиального роста полупроводниковых гетероструктур GaAs/AlGaAs/InGaP, обеспечивающих возможность монолитной интеграции в одном кристалле гетеробиполярного транзистора и варикапа в целях организации серийного производства широкополосных GaAs СВЧ-генераторов, управляемых напряжением.

5. Финансирование проекта

Объем запрашиваемого финансирования проекта (тыс. рублей)			Планируемый объем софинансирования проекта (не менее 5%) (тыс. рублей)		
для 1 этапа	для 2 этапа	для 3 этапа	для 1 этапа	для 2 этапа	для 3 этапа
30 000	30 000	30 000	1 500	1 500	1 500

Вид научных исследований.

Проект предусматривает проведение **прикладных** научных исследований.

6. Задачи выполнения проекта

6.1. Разработка математической модели гетероструктуры варикапа и конструкции гетероструктуры GaAs/AlGaAs/InGaP с монолитной интеграцией ГБТ и варикапа.

6.2. Разработка технологии эпитаксиального роста методом молекулярно-пучковой эпитаксии для получения гетероструктур с прецизионным профилем легирования коллекторного слоя, изменяющимся по заданному закону, в целях обеспечения монолитной интеграции ГБТ и варикапа.

6.3. Разработка конструкторской и технологической документации на монолитные гетероструктуры ГБТ и варикапа.

6.4. Изготовление экспериментальных и репрезентативных образцов гетероструктур с монолитной интеграцией ГБТ и варикапа методом МПЭ.

6.5. Приборная апробация гетероструктур: изготовление и исследование варикапов, изготовление и контроль параметров транзисторов, изготовленных на основе вертикально интегрированной гетероструктуры ГБТ/варикап.

7. Технические требования к материалу, предполагаемому к созданию (модернизации).

7.1. Ключевые характеристики, для подтверждения которых ставится проект

№ п/п	Наименование характеристики (параметра, показателя назначения), ед. измерения	Количественное значение характеристики Этап экспериментального подтверждения			Прим.
		1	2	3	
1	Тип подложки	полуизо лирующ ий GaAs (100)	полуизо лирующ ий GaAs (100)	полуиз олиру ющий GaAs (100)	подтверждается на этапе изготовления
2	Мольная доля In в слоях InGaP	0,49 ± 0,03 (расчетн ое)	0,49 ± 0,03	0,49 ± 0,03	подтверждено методом рентгеноструктурного анализа (XRD)
3	Диапазон легирования слоёв n-типа, см ⁻³	1×10 ¹⁵ – (5...8)×1 0 ¹⁸ (расчетн ое)	1×10 ¹⁵ – (5...8)×1 0 ¹⁸	1×10 ¹⁵ – (5...8)× 10 ¹⁸	± 5%, метод Холла
4	Диапазон легирования слоёв p-типа, см ⁻³	(1...8)×1 0 ¹⁹ (расчетн ое)	(1...8)×1 0 ¹⁹	(1...8)× 10 ¹⁹	± 10%, метод Холла
5	Плотность поверхностных дефектов, см ⁻²	-	< 1000	< 500	лазерное сканирование в тёмном поле
6	Частота единичного усиления по току f _{гр} в схеме с общим эмиттером, ГГц (U _{КЭ} = 2,5 В; I _К = 20 мА)	-	-	не менее 20	-
7	Пробивное напряжение коллектор-эмиттер UKЭО проб, В (I _К = 40 мкА; I _Б = 0 А)	-	-	не менее 7.5	-
8	Статический коэффициент передачи по току в схеме с общим эмиттером h _{21Э}	-	-	не менее 25	-
9	Номинальная ёмкость (C _{ном}) при U _{обр} =0В, пФ	1.2±0,2	1.2±0,2	1.2±0,2	-
10	Коэффициент перекрытия по ёмкости (K _c)	не менее 2	не менее 4	не менее 6	-

7.2. Требования в зависимости от специфики проекта.

№ п/п.	Наименование требования	Описание
1	Требование масштабируемости	Технология изготовления должна предусматривать возможность использования подложек диаметром 50,8 мм, 76,2 мм и 100 мм для возможности их практического использования на различных отечественных производственных площадках.

8. Требования к структуре, составу и объему выполняемых работ

№ п/п.	Наименование требования	Описание
1	Требования к исходным данным, которые должны использоваться при выполнении проекта.	Актуальные публикации в научных журналах. Опыт работы по смежным направлениям и результаты ранее выполненных НИОКР по эпитаксии слоев GaAs/AlGaAs/InGaP.
2	Требования к составу и объему теоретических исследований.	Проведение моделирования гетероструктур, определение оптимального профиля легирования слоев.
3	Требования к составу, объему и качеству экспериментальных работ.	Должны быть проведены экспериментальные работы по разработке технологии эпитаксиального выращивания гетероструктур методом МПЭ. Должны быть проведены исследования структурных и электрофизических свойств, выращенных гетероструктур. Должна быть определена оптимальная конструкция гетероструктуры (толщины и химический состав слоев) и технологические условия ее выращивания для реализации технических требований, указанных в п.7.
4	Требования к метрологическому обеспечению экспериментальных исследований.	Технические характеристики средств испытаний и измерений должны быть достаточными для подтверждения соответствия испытываемых гетероструктур установленным требованиям. Используемые средства измерений должны быть поверены или откалиброваны с использованием стандартных образцов.
5	Требования к разработке, изготовлению и испытаниям макетов (моделей, экспериментальных образцов), в зависимости от характера (специфики) выполняемого проекта и требований отраслевых стандартов.	Исследования проводятся в соответствии с ГОСТ 15.101. На этапе 1 - изготовление макетных образцов гетероструктур. На этапе 2 - изготовление экспериментальных образцов гетероструктур. На этапе 3 - изготовление репрезентативных образцов.
6	Требования к проведению патентных исследований.	Проведение патентного поиска по ГОСТ Р 15.011. Оценка патентоспособности разработанных технических решений. Подготовка заявок на секрет производства (ноу-хау).
7	Требования к подготовке предложений (рекомендаций) по реализации результатов проекта.	Должно быть разработано ТЗ на ОКР
8	Требования к предполагаемым результатам исследований и	Разработана технология МПЭ гетероструктур с монокристаллической интеграцией ГБТ и варикапа. Разработана документация (КД и ТД) на процесс изготовления методом МПЭ.

	чем должна заканчиваться работа по теме.	Проведена апробация репрезентативных образцов гетероструктур с монолитной интеграцией ГБТ и варикапа
9	Требования к перечню (составу и видам) разрабатываемых документов.	В ходе выполнения проекта должны быть разработаны: отчет о патентных исследованиях; научно-технический отчет (НТО) по каждому этапу; эскизная КД и ТД на гетероструктуры с монолитной интеграцией ГБТ и варикапа; программа и методика испытаний гетероструктур; протоколы исследовательских испытаний гетероструктур.
10	Требования к порядку согласования с заказчиком разрабатываемых в проекте документов, в том числе программ и методик испытаний макетов (моделей, экспериментальных образцов, места проведения их испытаний и др.), конструкторской и другой технической документации	Программы и методики испытаний, протоколы исследовательских испытаний, НТО, КД и ТД на гетероструктуры согласуются с заказчиком. Программы и методики испытаний предоставляются Заказчику на согласование в срок не менее чем за 30 календарных дней до планируемой даты проведения испытаний.
11	Требования по обеспечению сохранения коммерческой тайны.	Обеспечение режима коммерческой тайны в соответствии с локальными нормативными актами.
12	Требования по расчету планируемого экономического эффекта от реализации результатов проекта.	Не предъявляются.
13	Требования необходимости согласования ТЗ с головным научно-исследовательским институтом по виду техники (деятельности).	Не предъявляются.
14	Требования необходимости привлечения организации-рецензента и направления ОНТД на рецензию перед рассмотрением на НТС (секции НТС).	Не предъявляются.

9. Порядок приемки проекта (этапов проекта)

Приемка проекта и его этапов осуществляется в соответствии с ГОСТ Р 15.101. Испытания проводятся по программам и методикам, согласованным с Заказчиком. Результаты оформляются протоколами и актами испытаний. Приемка этапа оформляется актом сдачи-приемки.

10. Перечень научно-технической документации, регламентирующий

выполнение поставленных заказчиком технологического предложения требований и проекта в целом

ГОСТ Р 15.101 - Система разработки и постановки продукции на производство.
Порядок выполнения НИР.

ГОСТ Р 15.011 - Патентные исследования.

ГОСТ Р 8.563 - Методики измерений.

ГОСТ Р ИСО 9001 - Система менеджмента качества.

ЕСТД - Единая система технологической документации.

ТУ РКВТ.430207.001ТУ.

11. Дополнительные сведения (показатели)

11.1. Перечень создаваемых по итогам выполнения проекта прототипов (макет, лабораторный, экспериментальный, репрезентативный, опытный, контрольный образец гражданской продукции (продукта, товара), изготовленный по полученной (созданной или усовершенствованной) в рамках реализации Проекта технологии)

№ п/п	Прототип/образец	Вид образца	Краткое отличительное наименование образца
1	образец для производства ЭКБ	макет	Гетероструктура варикапа
2	образец для производства ЭКБ	экспериментальный образец	«Гетероструктура ГБТ/варикап (экспериментальная)»
3	образец для производства ЭКБ	репрезентативный образец	«Гетероструктура ГБТ/варикап (репрезентативная)»

11.2. Требуемый уровень готовности технологии (УГТ) по результатам выполнения проекта.

УГТ	6
Название уровня готовности технологии	Шестой уровень готовности технологий «Получение репрезентативного образца»
Описание основных характеристик уровня готовности технологии	изготовлен репрезентативный образец (полнофункциональный репрезентативный образец продукции на пилотной производственной линии). Подтверждены рабочие характеристики в условиях, приближенных к реальности. Проведена внешняя валидация.
Результаты, соответствующие уровню готовности технологии	инициатор должен изготовить репрезентативный образец на пилотной линии производства и подтвердить его рабочие характеристики посредством проведения внешней валидации продукции инвестором, потребителем или организацией, принимающей технологии, которая осуществляет оценку уровня готовности технологии (далее - организация, принимающая технологии). Инициатор может изменить порядок подготовки образцов и вместо репрезентативного образца выполнить условия седьмого уровня готовности технологий «Получение опытного образца», при этом в последующем подготовить репрезентативный образец, выполнив условия текущего уровня готовности технологий. Инициатор должен продемонстрировать функциональность репрезентативного образца в рамках внешней валидации и возможность интеграции технологий в производственный процесс организации, принимающей технологии;

	продемонстрировать работоспособность технологий для серийной разработки продукции; представить экспертной организации сведения о разработке репрезентативного образца и результаты проведения внешней валидации.
--	--

Технические требования (исходные данные) организации-заказчика технологического предложения

1. Код классификатора по направлению «Микроэлектроника»

11-512

2. Наименование технологического предложения

№ 26-90-00172

Доработка стандартной технологии проектирования и производства СВЧ МИС на основе GaAs нормально открытых рНЕМТ с проектной нормой 0,5 мкм с целью расширения вариативности топологических решений и миниатюризации площади условного кристалла.

3. Организация-заказчик технологического предложения

ООО «СТЦ»

4. Наименование проекта

№ 26-91-13004

Разработка технологического блока формирования третьего уровня металлизации и топологий многоуровневых библиотечных элементов с целью модернизации стандартной технологии проектирования и производства СВЧ МИС на основе GaAs нормально открытых рНЕМТ с проектной нормой 0,5 мкм.

5. Финансирование проекта

Объем запрашиваемого финансирования проекта (тыс. рублей)			Планируемый объем софинансирования проекта (не менее 5%) (тыс. рублей)		
для 1 этапа	для 2 этапа	для 3 этапа	для 1 этапа	для 2 этапа	для 3 этапа
30 000	30 000	30 000	1 500	1 500	1 500

Вид научных исследований.

Проект предусматривает проведение **прикладных** научных исследований.

6. Задачи выполнения проекта

6.1. Теоретические исследования способов трёхуровневого топологического проектирования стандартных элементов.

6.2. Проведение патентных исследований в соответствии с ГОСТ Р 15.011.

6.3. Разработка и оптимизация топологий стандартных элементов, в том числе новых стандартных элементов с тремя уровнями металлизации.

6.4. Изготовление оснастки (фотошаблонов) и обработка базовых технологических блоков.

6.5. Разработка программ и методик исследовательских испытаний стандартных элементов.

6.6. Апробация типового технологического процесса с встроенным дополнительным блоком формирования третьего уровня металлизации путём изготовления не менее 4 библиотечных пластин, с определением выхода годных тестовых структур параметрического монитора внутри технологических блоков и на выходном контроле.

6.7. Проведение исследовательских испытаний стандартных элементов.

6.8. Построение моделей и экстракция параметров стандартных элементов.

6.9. Разработка верификационных схем и технологической оснастки (фотошаблонов) с целью подтверждения готовности технологии к освоению серийного производства.

6.10. Изготовление не менее 4 пластин с верификационными схемами по

доработанному технологическому процессу, с определением выхода годных тестовых структур параметрического монитора внутри технологических блоков и на выходном контроле.

6.11. Исследование функциональных характеристик верификационных схем для проверки стабильности моделей библиотеки стандартных элементов.

6.12. Статистическая обработка и анализ данных, принятие решения о достаточности уровня готовности технологии к организации серийного производства.

6.13. Подготовка промежуточных и заключительного научно-технических отчётов по результатам выполнения этапов и проекта в целом.

7. Технические требования к материалу, предполагаемому к созданию (модернизации).

7.1. Ключевые характеристики, для подтверждения которых ставится проект

№ п/п	Наименование характеристики (параметра, показателя назначения), ед. измерения	Количественное значение характеристики Этап экспериментального подтверждения			Прим.
		1	2	3	
1	Удельное поверхностное сопротивление тонкопленочного резистора, Ом/кв	1700	1700	1700	не менее 1200, не более 2000
2	Удельная ёмкость МДМДМ-конденсатора, пФ/мм ²	605	605	605	не менее 520, не более 690
3	Пробивное напряжение МДМДМ-конденсатора, В	25	25	25	не менее
4	Удельная ёмкость МДМ-конденсатора 3 типа, пФ/мм ²	155	155	155	не менее 120, не более 170
5	Пробивное напряжение МДМ-конденсатора 3 типа, В	25	25	25	не менее
6	Сопротивление катушки индуктивности, Ом	4	4	4	не более
7	Выход годных тестовых структур параметрического монитора по пластине внутри технологических блоков, %	60	75	85	не менее
8	Средний выход годных тестовых структур параметрического монитора по пластине на выходном контроле, %	35	55	70	не менее

7.2. Требования в зависимости от специфики проекта.

№ п/п.	Наименование требования	Описание
1	Состав технологического процесса (далее – ТП).	В состав разрабатываемого технологического процесса GA05D должны входить:

		– типовой технологический процесс (ТПП) рНЕМТ05D со встроенными (вновь разработанными) дополнительными технологическими блоками; – комплексный инструмент проектирования (КИП) на основе модернизированных стандартных элементов, изготавливаемых по ТПП; – комплект документации к КИП. В целях выполнения Проекта Исполнителем должна быть использована имеющаяся отечественная стандартная технология, включающая в себя типовой технологический процесс с проектной нормой 0,5 мкм и комплексный инструмент проектирования на основе библиотеки стандартных элементов, изготавливаемой по данному типовому технологическому процессу. ТПП со встроенными дополнительными технологическими блоками должен позволять изготавливать на пластине GaAs наборы стандартных элементов, включающие в себя: - полевые транзисторы усилительного и ключевого применения с длиной затвора Шоттки 0,5 мкм и различными топологическими размерами пальцев; - металл-диэлектрик-металл (МДМ) конденсаторы с двумя и тремя уровнями металлизации; - тонкопленочные резисторы с не менее чем 3 номиналами сопротивления; - катушки индуктивности с варьируемыми топологическими размерами с одним и двумя уровнями металлизации; - элементы коммутации (контактные площадки, металлизированные отверстия, линии передачи и микрополосковые пересечения типа мост).
2	Требования к показателям назначения ТП.	2.1. Разрабатываемый технологический процесс с КИП на основе модернизированной библиотеки стандартных элементов должен быть предназначен для проектирования и изготовления пластин с кристаллами СВЧ МИС следующих функциональных классов: фильтры, усилители, коммутаторы, аттенуаторы, фазовращатели, ограничители мощности, смесители частоты. 2.2. Перечень технологических блоков, входящих в состав разрабатываемого технологического процесса. 2.2.1. Разрабатываемый ТПП рНЕМТ05D должен включать следующие технологические операции: – омические контакты - заимствуется; – межприборная изоляция - заимствуется; – затворы - заимствуется; – нулевой уровень металлизации - вновь разрабатывается с учётом встраивания данного блока в заимствуемую технологию; – окна в первом уровне диэлектрика - заимствуется; – тонкопленочные резисторы (первого и второго типа) - заимствуется;

	– тонкопленочные резисторы (третьего типа) - вновь разрабатывается с учётом встраивания данного блока в заимствуемую технологию; – первый уровень металлизации) - заимствуется; – окна во втором уровне диэлектрика - заимствуется; – межслойная изоляция - заимствуется; – второй уровень металлизации - заимствуется; – окна в защите - заимствуется; – дорожки реза обратной стороны пластины - вновь разрабатывается с учётом встраивания данного блока в заимствуемую технологию; – сквозные металлизированные отверстия - заимствуется. 2.3. Нормы и количественные показатели ТП. Разрабатываемый ТТП рНЕМТ05D должен обеспечивать следующие показатели: 2.3.1. Уровень готовности технологии, определяющий степень ее пригодности к началу серийного производства, в ходе выполнения проекта должен быть установлен при помощи следующих целевых показателей: - выход годных тестовых структур параметрического монитора по пластине, в том числе: внутри блоков технологии - не менее 85%; в среднем, на выходном контроле: - не менее 70%. 2.3.2. Указанные в п.2.2.1 критерии уровня готовности технологии должны быть последовательно подтверждены на каждом из этапов выполнения проекта, путём выпуска не менее 4-х библиотечных пластин (на этапе 2) и не менее 4-х пластин с верификационными схемами (на этапе 3) соответственно. 2.3.3. Состав верификационных схем, используемых для проверки стабильности моделей библиотеки стандартных элементов и подтверждения готовности технологии к освоению серийного производства, должен быть согласован с Заказчиком технологического предложения на этапе 3 и должен включать не менее 30% СВЧ-устройств, соответствующих области применения. 2.4. Технические характеристики (параметры) технологических блоков. 2.4.1. Техническими характеристиками (параметрами) технологических блоков являются электрические параметры тестовых структур (ТС) параметрического монитора (ПМ), измеряемые при проведении контрольно-измерительных операций внутри технологических блоков (межоперационной контроль). 2.4.2. Для контроля технических характеристик технологических блоков на каждой пластине должны быть размещены параметрические мониторы в
--	--

		количестве не менее 12 шт. Ориентировочный состав ТС ПМ: - Полевой транзистор Шоттки (ПТШ) для усилительного применения с шириной затвора 50 мкм, контактные площадки для измерений на постоянном токе, линии подводов сформированы омическими контактами. Подгоночный. - ПТШ для усилительного применения с шириной затвора 50 мкм, контактные площадки для измерений на постоянном токе, линии подводов сформированы омическими контактами. - ПТШ для усилительного применения с шириной затвора 50 мкм, контактные площадки для измерений на постоянном и СВЧ токах, линии подводов сформированы омическими контактами. - Тонкопленочный резистор TFR1 два квадрата. Удельное сопротивление 50 Ом/□. - Тонкопленочный резистор TFR2 два квадрата. Удельное сопротивление 600 Ом/□. - Тонкопленочный резистор TFR3 два квадрата. Удельное сопротивление 1700 Ом/□. - Тестовая структура для контроля контактного и слоевого сопротивлений Mesa. Удельное сопротивление 160 Ом/□. - Конденсатор металл-диэлектрик-металл типа MIMCAP1. Удельная ёмкость 310 пФ/мм2. - Конденсатор металл-диэлектрик-металл-диэлектрик-металл MIMCAP. Удельная ёмкость 605 пФ/мм2. - Конденсатор металл-диэлектрик-металл типа MIMCAP2. Удельная ёмкость 155 пФ/мм2. - Тестовая структура затвор-струна с шириной затвора 55 мкм и длиной 0,5 мкм. «ом. контакты». - Тестовая структура затвор-струна с шириной затвора 55 мкм и длиной 0,5 мкм. - Тестовая структура шириной 100 мкм с зазором 5 мкм (изоляция). - Структура для проверки контактного сопротивления DC-зондов. - Структура для контроля сопротивления металлизированных отверстий. - Цепочка контактов «металлизация нулевого уровня – металлизация первого уровня». - Цепочка контактов «металлизация первого уровня – металлизация второго уровня». - Цепочка контактов «металлизация нулевого уровня – металлизация второго уровня». - Линия металлизации меандр нулевого уровня. - Линия металлизации меандр первого уровня. - Линия металлизации меандр второго уровня. - Катушка индуктивности, с шириной проводника и зазором между витками 10 мкм, 3,5 витка.
--	--	--

	- Катушка индуктивности сдвоенной, с шириной проводника и зазором между витками 10 мкм, 3,5 витка. - ПТШ для ключевого применения с шириной затвора 75 мкм контактные площадки для измерений на постоянном и СВЧ токах. 2.4.3. Объем межоперационного контроля, в том числе перечень контролируемых ТС ПМ и значения их параметров, должны быть определены на этапе 2. 2.5. Требования к качеству технологического процесса. 2.5.1. Разрабатываемый ТТП рНЕМТ05D должен обеспечивать стабильность выполнения типового технологического процесса. Стабильность ТТП рНЕМТ05D должна подтверждаться путем контроля электрических параметров ТС ПМ при проведении контрольно-измерительных операций, как внутри технологических блоков (межоперационной контроль), так и при выходном контроле. 2.5.2. Электрические параметры ТС ПМ, измеренные при межоперационном контроле, должны соответствовать значениям, установленным в п.2.4.3. При этом количество годных ТС ПМ должно быть не менее 85% по каждому типу ТС. 2.5.3. Электрические параметры ТС ПМ, измеренные при выходном контроле, должны соответствовать значениям, установленным в п.2.5.3.1-2.5.3.12. При этом количество годных ТС ПМ должно быть не менее 70% по каждому типу ТС. 2.5.3.1. Транзисторы (подгруппа VT). - Сопротивление открытого канала, Ом×мм: не менее 1,25, не более 2,1. - Напряжение отсечки, В: не менее -1,8, не более -1,3. - Максимум крутизны, См/мм: не менее 0,32. - Ток утечки затвора, А/мм: не менее $-2,0 \cdot 10^{-5}$. - Начальный ток стока, А/мм: не менее 0,32, не более 0,56. - Напряжение пробоя сток-исток, В: не менее 11,0. - Коэффициент передачи, дБ: не менее 8,0. 2.5.3.2. Резисторы (подгруппа TFR1). - Удельное поверхностное сопротивление тонкопленочного резистора, Ом/кв: не менее 42, не более 58. 2.5.3.3. Резисторы (подгруппа TFR2). - Удельное поверхностное сопротивление тонкопленочного резистора, Ом/кв: не менее 485, не более 715. 2.5.3.4. Резисторы (подгруппа TFR3). - Удельное поверхностное сопротивление тонкопленочного резистора, Ом/кв: не менее 1200, не более 2000. 2.5.3.5. Все подгруппы резисторов. - Контактное сопротивление омических контактов, Ом×мм: не более 0,4.
--	--

		- Слоеое сопротивление, Ом/кв: не менее 135, не более 185. 2.5.3.6. Конденсаторы (подгруппа MIMCAP1). - Удельная ёмкость МДМ-конденсатора 1 типа, пФ/мм²: не менее 275, не более 345. - Пробивное напряжение МДМ-конденсатора 1 типа, В: не менее 25. 2.5.3.7. Конденсаторы (подгруппа MIMIMCAP): - Удельная ёмкость МДМДМ-конденсатора, пФ/мм²: не менее 520, не более 690. - Пробивное напряжение МДМДМ-конденсатора, В: 25. 2.5.3.8. Конденсаторы (подгруппа MIMCAP2). - Удельная ёмкость МДМ-конденсатора 2 типа, пФ/мм²: не менее 125, не более 175. - Пробивное напряжение МДМ-конденсатора 1 типа, В: не менее 25. 2.5.3.9. Все подгруппы конденсаторов. - Сопротивление межприборной изоляции, Ом: не менее 10⁸. 2.5.3.10. Металлизированное отверстие. - Сопротивление металлизированного отверстия, Ом: не более 3. 2.5.3.11. Катушки индуктивности (подгруппа L); линии передачи (подгруппа MLIN). - Сопротивление катушки индуктивности, Ом: не более 4. 2.5.3.12. Катушки индуктивности двухслойная (подгруппа LW). - Сопротивление катушки индуктивности, Ом: не более 7.
3	Требования к сырью и материалам.	Покупные комплектующие изделия и материалы, должны иметь сертификаты качества или другую сопроводительную документацию (ТУ, протокол, паспорт и т.д.), подтверждающие их соответствие заданным эксплуатационным характеристикам.
4	Требования по эксплуатации, удобству технического обслуживания.	4.1. Рабочие и предельные условия выполнения технологического процесса осуществлять в условиях контролируемой среды: – класс чистоты – не хуже 100 000 по ОСТ 11 14.3302 (класс 8 ИСО по ГОСТ ИСО 14644-1); – температура (22 ± 2) °С; – относительная влажность воздуха (45 ± 5) %. 4.2. Требования по эксплуатационным режимам технологического процесса. Требования по эксплуатационным режимам технологического процесса не предъявляются. 4.3. Требования по времени непрерывной или циклической работы технологического процесса. Требования по времени непрерывной или циклической работы технологического процесса не предъявляются. 4.4. Требования к системе эксплуатационного контроля технологического процесса.

		Требования к системе эксплуатационного контроля технологического процесса не предъявляются.
5	Требования по ресурсосбережению.	Не предъявляются
6	Требования по безопасности.	Не предъявляются
7	Требования по видам обеспечения.	7.1. Требования по метрологическому обеспечению. 7.1.1. Разрабатываемая в процессе выполнения проекта научно-техническая документация, а также программа и методики определения функциональных характеристик верификационных схем, должны быть согласованы с организацией-заказчиком технологического предложения. 7.1.2. Программы и методики определения статистических показателей технологического процесса внутри технологических блоков и на выходном контроле должны соответствовать ТУ на библиотеку стандартных элементов в составе стандартной технологии Исполнителя. 7.1.3. Все применяемые в процессе выполнения работы средства измерений должны быть поверены, а испытательное оборудование – аттестовано. 7.2. Требования по обеспечению сохранения коммерческой тайны. 7.2.1. Результаты проекта не содержат сведений, составляющих государственную тайну или относимых к охраняемой в соответствии с законодательством Российской Федерации иной информации ограниченного доступа. 7.2.2. Обобщенная информация о результатах выполнения проекта может быть предоставлена по согласованию с Заказчиком для отображения на публичных информационных ресурсах Российского научного фонда
8	Другие требования.	Верификационные схемы, изготавливаемые на этапе 3, должны быть разработаны с использованием комплексного инструмента проектирования в составе доработанной стандартной технологии Исполнителя

8. Требования к структуре, составу и объему выполняемых работ

№ п/п.	Наименование требования	Описание
1	Требования к исходным данным, которые должны использоваться при выполнении проекта.	1.1. При выполнении проекта в качестве исходных должны быть использованы данные маршрутно-проводительных листов изготовления пластин предприятием-Исполнителем по типовому технологическому процессу в составе стандартной технологии. 1.2. При выполнении проекта должны быть использованы программы и методики измерения контрольных параметров тестовых структур параметрических мониторов и их статистической

		обработки в соответствии с ТУ на библиотеку стандартных элементов в составе стандартной технологии
2	Требования к составу и объему теоретических исследований.	2.1. Должен быть выполнен аналитический обзор современной научно-технической, нормативной, методической литературы, затрагивающей научно-техническую проблему, исследуемую в рамках проекта, в том числе обзор научных информационных источников: статьи в ведущих зарубежных и (или) российских научных журналах, монографии и (или) патенты - не менее 15 научно-информационных источников за период 2010 – 2026 гг. 2.2. Должны быть проведены теоретические исследования способов трехуровневого топологического проектирования стандартных элементов.
3	Требования к составу, объему и качеству экспериментальных работ.	3.1. Состав экспериментальных работ. В состав разрабатываемого технологического процесса GA05D должны входить: – типовой технологический процесс (ТПП) рHEMT05D со встроенными (вновь разработанными) дополнительными технологическими блоками; – комплексный инструмент проектирования (КИП) на основе модернизированной стандартных элементов, изготавливаемой по ТПП; – комплект документации к КИП. 3.2. Объем экспериментальных работ. В ходе выполнения Проекта должны быть изготовлены: - пластины (не менее 4-х) с библиотекой стандартных элементов после доработки технологического процесса; - технологическая оснастка (фотошаблоны) и пластины (не менее 4-х) с верификационными схемами. 3.3. Пластины и специализированная оснастка для их изготовления (фотошаблоны) должны изготавливаться на базе отечественных предприятий.
4	Требования к метрологическому обеспечению экспериментальных исследований.	4.1. Разрабатываемая в процессе выполнения проекта научно-техническая документация, а также программа и методики определения функциональных характеристик верификационных схем, должны быть согласованы с организацией-заказчиком технологического предложения. 4.2. Программы и методики определения статистических показателей технологического процесса внутри технологических блоков и на выходном контроле должны соответствовать ТУ на

		библиотеку стандартных элементов в составе стандартной технологии Исполнителя. 4.3. Все применяемые в процессе выполнения работы средства измерений должны быть поверены, а испытательное оборудование – аттестовано.
5	Требования к разработке, изготовлению и испытаниям прототипов (макетов, образцов), в зависимости от характера (специфики) выполняемого проекта и требований отраслевых стандартов	Верификационные схемы, изготавливаемые на этапе 3 выполнения Проекта, должны быть разработаны с использованием комплексного инструмента проектирования в составе стандартной технологии Исполнителя.
6	Требования к проведению патентных исследований.	6.1. Патентные исследования проводятся в соответствии с ГОСТ Р 15.011. 6.2. Исполнителем должны быть представлены сведения об охранных и иных документах, которые будут препятствовать применению результатов работ в Российской Федерации, и условия их использования, с представлением соответствующих обоснованных предложений и расчетов. 6.3. При получении РИД, способных к правовой охране, они должны быть зарегистрированы в соответствии с законодательством РФ. Права на РИД, созданные при выполнении проекта, принадлежат Исполнителю (в части БД и секретов производства) и Заказчику ТП (в части топологий верификационных схем)
7	Требования к подготовке предложений (рекомендаций) по реализации результатов проекта.	7.1. Результаты выполнения проекта должны быть достаточны для организации серийного производства с заявленными целевыми показателями. 7.2. Исполнителем должны быть сформулированы рекомендации в части дальнейшего улучшения выхода годных верификационных схем.
8	Требования к предполагаемым результатам исследований и чем должна заканчиваться работа по теме.	8.1. В результате выполнения проекта уровень готовности модернизированной отечественной технологии Исполнителя должен быть достаточен для организации импортонезависимого серийного производства критической СВЧ ЭКБ на основе арсенида галлия диапазона частот до 20 ГГц. 8.2. Структура и методологическая основа построения стандартной технологии предполагает возможность широкого использования полученных результатов всеми заинтересованными участниками рынка за счет предоставления безвозмездного доступа к комплексному инструменту проектирования и масштабированию производства по организационной модели «фаундри». 8.3. По результатам выполнения проекта должна быть проведена оценка эффекта миниатюризации

		площади условного кристалла путем сравнения топологических решений, полученных при помощи существующей и модернизированной версий библиотек.
9	Требования к перечню (составу и видам) разрабатываемых документов.	9.1. Перечень разрабатываемых документов: - протокол определения блоков технологии со статистическими показателями на основе анализа маршрутно-сопроводительных листов; - план-график мероприятий по встраиванию дополнительных блоков технологического процесса; - акт о завершении встраивания дополнительных блоков технологического процесса с перечнем изменений в комплект технологической документации типового технологического процесса; - протокол определения статистических показателей технологического процесса по тестовым структурам параметрического монитора при изготовлении библиотечных пластин после доработки; - промежуточный научно-технический отчет; - КД верификационных схем и технологической оснастки (фотошаблонов); - акт об изготовлении пластин с верификационными схемами по доработанному технологическому процессу; - протокол определения статистических показателей технологического процесса по тестовым структурам параметрического монитора при изготовлении пластин с верификационными схемами; - протокол исследования функциональных характеристик верификационных схем; - акт о готовности технологии к организации серийного производства. - научно-технический отчет по каждому этапу. 9.2. Разрабатываемые документы должны соответствовать ГОСТ 7.32, ЕСКД и ЕСТД.
10	Требования к порядку согласования с заказчиком разрабатываемых в проекте документов, в том числе программ и методик испытаний макетов (моделей, экспериментальных образцов, места проведения их испытаний и др.), конструкторской и другой технической документации	Исполнитель направляет документ Заказчику в электронном виде координатору проекта. Заказчик рассматривает документ в течение 10 рабочих дней с момента получения. По результатам рассмотрения Заказчик направляет Исполнителю письменное согласование, либо замечания с указанием конкретных пунктов, требующих доработки. После устранения замечаний документ повторно направляется на согласование

11	Требования по обеспечению сохранения коммерческой тайны.	Результаты проекта не содержат сведений, составляющих государственную тайну или относимых к охраняемой в соответствии с законодательством Российской Федерации иной информации ограниченного доступа. Обобщенная информация о результатах выполнения проекта может быть предоставлена по согласованию с Заказчиком для отображения на публичных информационных ресурсах Российского научного фонда.
12	Требования по расчету планируемого экономического эффекта от реализации результатов проекта.	В ходе выполнения проекта должна быть проведена расчетная оценка экономического эффекта от реализации его результатов
13	Требования необходимости согласования ТЗ с головным научно- исследовательским институтом по виду техники (деятельности).	Не предъявляются
14	Требования необходимости привлечения организации-рецензента и направления ОНТД на рецензию перед рассмотрением на НТС (секции НТС).	Не предъявляются

9. Порядок приемки проекта (этапов проекта)

1. Приёмка Проекта осуществляется комиссией Заказчика в соответствии с ГОСТ Р 15.101 с оформлением акта приёмки на всех этапах выполнения Проекта.

2. Представители организаций, заинтересованных в использовании, производстве либо эксплуатации результатов проекта, могут быть включены в состав комиссии по согласованию с Заказчиком.

3. Исполнитель за 30 дней до завершения этапа предоставляет Заказчику уведомление о готовности к приёмке этапа Проекта. Исполнитель на приёмку Проекта должен представить утверждённые акты приёмки этапов Проекта, отчёт о патентных исследованиях, промежуточные и заключительный отчёты, протоколы испытаний в машинописном варианте, оптические носители с комплектом ОНТД, другие материалы по согласованию с Заказчиком.

10. Перечень научно-технической документации, регламентирующий выполнение поставленных заказчиком технологического предложения требований и проекта в целом

ГОСТ Р 53736 Изделия электронной техники. Порядок создания и постановки на производство. Основные положения.

ГОСТ Р 58048– Трансфер технологий. Методические указания по оценке уровня зрелости технологий

ГОСТ 3.1001– Единая система технологической документации. Общие положения.

ГОСТ 2.102– Единая система конструкторской документации. Виды и комплектность конструкторских документов.

ГОСТ 7.32– Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления

ГОСТ Р 8.563– Государственная система обеспечения единства измерений. Методики выполнения измерений.

ГОСТ 3.1109 Единая система технологической документации. Термины и определения основных понятий.

ГОСТ Р ИСО 3534-2 Статистические методы. Словарь и условные обозначения. Часть 2 Прикладная статистика.

ГОСТ Р ИСО 9000 Национальный стандарт Российской Федерации. Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь

ГОСТ Р ИСО 9001 Национальный стандарт Российской Федерации. Системы менеджмента качества. Требования.

11. Дополнительные сведения (показатели)

11.1. Перечень создаваемых по итогам выполнения проекта прототипов (макет, лабораторный, экспериментальный, репрезентативный, опытный, контрольный образец гражданской продукции (продукта, товара), изготовленный по полученной (созданной или усовершенствованной) в рамках реализации Проекта технологии)

№ п/п	Прототип/образец	Вид образца	Краткое отличительное наименование образца
1	прототип ЭКБ	экспериментальный образец	Фильтр полосовой 6-8 ГГц
2	прототип ЭКБ	экспериментальный образец	Усилитель маломощный 1-3 ГГц
3	прототип ЭКБ	экспериментальный образец	Коммутатор SPDT 1-3 ГГц
4	прототип ЭКБ	экспериментальный образец	Аттенюатор 5-разрядный 1-3 ГГц

11.2. Требуемый уровень готовности технологии (УГТ) по результатам выполнения проекта.

УГТ	5
Название уровня готовности технологии	Пятый уровень готовности технологий «Получение экспериментального образца»
Описание основных характеристик уровня готовности технологии	изготовлен и испытан экспериментальный образец (образец продукции, обладающий основными признаками намечаемой к разработке продукции, изготавливаемый в целях проверки предлагаемых решений и уточнения отдельных характеристик для использования их при разработке этой продукции) в реальном масштабе по полупромышленной (осуществляемой в условиях производства, но не являющейся частью производственного процесса) технологии, воспроизведены основные внешние условия. Проведено внутреннее подтверждение посредством представления объективных свидетельств того, что требования, предназначенные для конкретного использования или применения, выполнены (далее - валидация). Под валидацией в том числе может подразумеваться клиническое исследование или клиническое испытание. Интегрированы основные элементы экспериментального образца с элементами технологии.
Результаты, соответствующие уровню готовности технологии	инициатор должен изготовить экспериментальный образец и провести его внутреннюю валидацию в условиях, приближенных к реальным. Допустимо воспроизведение

	условий не в полном объеме, поскольку это не окажет влияния на основные функции продукции и план валидации. Инициатор должен: осуществлять валидацию по технологии в условиях производства, которая не является частью производственного процесса; воспроизвести при испытаниях основные внешние условия, включая окружающую среду, которые предполагаются при эксплуатации продукции; интегрировать основные элементы экспериментального образца продукции с другими элементами технологии в целях повышения производительности и качества операций, а также снижения эксплуатационных затрат; представить экспертной организации сведения о разработке экспериментального образца продукции и результаты проведения внутренней валидации экспериментального образца.
--	---

Технические требования (исходные данные) организации-заказчика технологического предложения

1. Код классификатора по направлению «Микроэлектроника»

11-113

2. Наименование технологического предложения

№ 26-90-00194

Исследование и разработка технологии лазерного микроампирования полупроводниковых пластин и подложек.

3. Организация-заказчик технологического предложения

АО «ЗНТЦ»

4. Наименование проекта

№ 26-91-13037

Исследование физико-технологических основ и отработка технологии лазерного микроампирования со струйной подачей припоя.

5. Финансирование проекта

Объем запрашиваемого финансирования проекта (тыс. рублей)			Планируемый объем софинансирования проекта (не менее 5%) (тыс. рублей)		
для 1 этапа	для 2 этапа	для 3 этапа	для 1 этапа	для 2 этапа	для 3 этапа
30 000	30 000	30 000	1 500	1 500	1 500

Вид научных исследований.

Проект предусматривает проведение **прикладных** научных исследований.

6. Задачи выполнения проекта

6.1. Провести теоретические и экспериментальные исследования физико-технологических основ формирования паяных микросоединений методом комбинированного лазерно-струйного воздействия.

6.2. Спроектировать и изготовить лабораторный стенд (экспериментальный образец) с интегрированным узлом струйной подачи припойных шариков и лазерным источником.

6.3. Разработать программное обеспечение и алгоритмы управления процессом, обеспечивающие синхронизацию подачи припойного шарика и лазерного импульса, логирование параметров и воспроизведение технологических режимов.

6.4. Провести серию экспериментов по отработке технологических режимов для различных конфигураций «шарик/подложка/покрытие» и подтвердить выход годных соединений >95%.

6.5. Разработать комплект верифицированных технических требований (проект ТЗ) на проведение ОКР по созданию серийной промышленной установки лазерного микроампирования, включая спецификации ключевых узлов и рекомендации по компонентной базе.

7. Технические требования к материалу, предполагаемому к созданию (модернизации).

7.1. Ключевые характеристики, для подтверждения которых ставится проект

№ п/п	Наименование характеристики (параметра,	Количественное значение характеристики	Прим.
----------	--	--	-------

	показателя назначения), ед. измерения	Этап экспериментального подтверждения			
		1	2	3	
1	Минимальный диаметр формируемого микроампа, мкм	-	-	100–200	Подтверждается на тестовых структурах.
2	Стабильность одиночной подачи Jet-системы (модуля лазерного микроампирования), %	-	-	≥ 90	Отсутствие двойных подач, пропусков, залипаний.
3	Точность попадания шарика в целевую зону, мкм	-	-	$\pm 15-20$	Подтверждается оптическим контролем.
4	Погрешность временной синхронизации подачи и лазерного импульса, мс	-	-	≤ 5	Измеряется логированием управляющих сигналов.
5	Выход годных соединений на тестовых структурах, %	-	-	> 95	Статистическая выборка ≥ 100 соединений. Отсутствие критических дефектов: непропаи, крупные пустоты ($>10\%$ площади контакта), перегрев подложки, разбрызгивание припоя, микротрещины. Механическая прочность: устойчивость к испытанию на сдвиг в соответствии с отраслевыми стандартами (JESD22-B117 или аналог), отклонение прочности не более $\pm 15\%$ от среднего значения по партии. Микроструктура соединения: формирование однородного интерметаллидного слоя, обеспечивающего базовую надежность для последующих испытаний.
6	Количество валидированных технологических режимов, шт.	-	-	≥ 3	Для разных диаметров шариков и типов подложек.

7.2. Требования в зависимости от специфики проекта.

№ п/п.	Наименование требования	Описание
--------	-------------------------	----------

1	Требования к технологическому процессу	Обеспечение бесконтактной струйной подачи припойных шариков диаметром 100–200 мкм с последующим импульсным лазерным оплавлением. Технологический процесс должен исключать непропай, крупные пустоты (>10% площади контакта), перегрев подложки и разбрызгивание припоя. Выход годных соединений на тестовых структурах: $\geq 95\%$.
2	Требования к точности позиционирования	Точность попадания шарика в целевую контактную площадку: $\pm 15\text{--}20$ мкм. Погрешность временной синхронизации команды подачи и лазерного импульса: ≤ 5 мс. Повторяемость: $\geq 90\%$ успешных одиночных выстрелов (отсутствие двойных подач, пропусков, залипания в сопле).
3	Требования к системе управления и программному обеспечению	Обеспечение синхронизации в реальном времени. Возможность создания, сохранения и воспроизведения не менее 3 валидированных технологических режимов. Реализация логирования параметров процесса. Открытая архитектура ПО для последующей адаптации под новые типы припоев и подложек.
4	Требования к метрологическому контролю и валидации	Использование поверенного или калиброванного оборудования для оптического контроля, механических испытаний на сдвиг, металлографического и рентгенографического анализа. Проведение статистической обработки данных по выборке ≥ 100 соединений. Подтверждение формирования однородного интерметаллидного.
5	Требования к условиям проведения работ и промышленной безопасности	Эксперименты проводятся в производственной среде с контролируемым микроклиматом: температура 22 ± 2 °C, влажность $45\pm 5\%$. Должно быть обеспечено соблюдение требований лазерной безопасности. Организация вытяжной вентиляции при работе с припоями.
6	Требования к документации	Разработка комплекта технологической документации по ЕСТД на процесс лазерного микробампирования с бесконтактной струйной подачей припойных шариков, ПМИ и проекта ТЗ на ОКР. Конструкция экспериментального стенда должна допускать модернизацию узлов и оптической системы для увеличения производительности на этапах ОКР.
7	Требования к охране результатов интеллектуальной деятельности	Оформление и подача заявок на патенты по узлу струйной подачи и способу лазерно-струйного бампирования.
8	Требования к сырью и материалам	Использование бессвинцовых припойных сплавов (SAC305, SnAgCu и аналоги) и шариков диаметром 100–200 мкм. Материалы сопел - сплавы или техническая керамика, устойчивые к высокотемпературному воздействию. Совместимость с подложками из кремния, керамики (Al_2O_3 , AlN) и гибких материалов с контактными площадками.
9	Требования по эксплуатации, удобству	Модульная архитектура лабораторного стенда с быстрым доступом к сменным узлам. Интуитивный

	технического обслуживания	графический интерфейс оператора с визуализацией параметров процесса и логированием ошибок. Замена расходных элементов без полной разборки стенда.
10	Требования по ресурсосбережению	Энергопотребление лазерного источника и вспомогательных систем ≤ 3 кВт.
11	Требования по безопасности	Система аварийного отключения с приоритетом над всеми процессами. Защита от поражения электрическим током (класс I, защитное заземление). Вытяжная вентиляция паров припоя. Контроль герметичности газовой среды, термозащита зон локального нагрева.
12	Требования по видам обеспечения	Электроснабжение: 380/220 В, 50 Гц, защита от скачков напряжения. Газоснабжение: наличие редукторов и обратных клапанов. Среда эксплуатации: температура 22 ± 2 °С, относительная влажность 45 ± 5 %.

8. Требования к структуре, составу и объему выполняемых работ

№ п/п.	Наименование требования	Описание
1	Требования к исходным данным, которые должны использоваться при выполнении проекта.	ТЗ на НИР, требования к условиям проведения работ, перечень тестовых пластин/подложек и припойных материалов (SAC305, SnAgCu и др.), отраслевые стандарты (отечественные аналоги IPC/JEDEC).
2	Требования к составу и объему теоретических исследований.	Моделирование гидродинамики струйной подачи, расчет теплофизических процессов лазерного нагрева, построение математических моделей синхронизации, моделирование формирования интерметаллидных фаз.
3	Требования к составу, объему и качеству экспериментальных работ.	Планирование экспериментов, отработка режимов подачи и лазерного воздействия, формирование ≥ 100 тестовых соединений микробампов, статистический анализ параметров, визуальный и метрологический контроль качества.
4	Требования к метрологическому обеспечению экспериментальных исследований.	Использование поверенного или калиброванного оборудования. При необходимости привлечение испытательных и исследовательских центров для рентген/SEM-анализа.
5	Требования к разработке, изготовлению и испытаниям прототипов (макетов, образцов), в зависимости от характера (специфики) выполняемого проекта и требований отраслевых стандартов	Изготовление лабораторного стенда (экспериментальный образец) с модулем струйной подачи припойных шариков и блоком управления. Проведение приемо-сдаточных, функциональных и валидационных испытаний в условиях, приближенных к производственным (в части климатических требований).
6	Требования к проведению патентных исследований.	В соответствии с ГОСТ Р 15.011: Патентный поиск по теме проекта НИР. Анализ патентной чистоты. Подготовка заявок на охрану РИД.

7	Требования к подготовке предложений (рекомендаций) по реализации результатов проекта.	Разработка проекта ТЗ на ОКР, рекомендации по масштабированию модуля струйной подачи припойных шариков, выбору компонентной базы, оценке экономической эффективности и рисков перехода к серийному производству.
8	Требования к предполагаемым результатам исследований и чем должна заканчиваться работа по теме.	Рабочий лабораторный стенд (УГТ 5) с модулем струйной подачи припойных шариков, библиотека технологических режимов, ПО управления, комплект отчетной документации, протоколы испытаний, заявки на РИД. Завершение оформляется актом сдачи-приемки этапов
9	Требования к перечню (составу и видам) разрабатываемых документов.	Отчет о НИР (ГОСТ Р 7.32), ПМИ, паспорта на узлы стенда, руководство пользователя ПО, комплект конструкторской документации на стенд и технологической документации на технологию, проект ТЗ на ОКР, патентные заявки.
10	Требования к порядку согласования с заказчиком разрабатываемых в проекте документов, в том числе программ и методик испытаний макетов (моделей, экспериментальных образцов, места проведения их испытаний и др.), конструкторской и другой технической документации	Поэтапное согласование отчетов, ПМИ, конструкторской, технологической и программной документации
11	Требования по обеспечению сохранения коммерческой тайны.	Подписание NDA со всеми участниками
12	Требования по расчету планируемого экономического эффекта от реализации результатов проекта.	Расчет снижения себестоимости операции бампирования, прогноз объема рынка оборудования и услуг, срока окупаемости и экономического эффекта для отрасли на горизонте 5 лет.
13	Требования необходимости согласования ТЗ с головным научно-исследовательским институтом по виду техники (деятельности).	Не предъявляются
14	Требования необходимости привлечения организации-рецензента и направления ОНТД на рецензию перед рассмотрением на НТС (секции НТС).	Не предъявляются

9. Порядок приемки проекта (этапов проекта)

Приемка работ осуществляется Заказчиком поэтапно. По завершении каждого этапа Исполнитель представляет:

1. Отчетную документацию в соответствии с ГОСТ Р 7.32

2. Отчетную документацию в соответствии с планом совместных работ.

Приемка проводится комиссией, назначенной Заказчиком, с участием представителей соисполнителей и независимых экспертов (при необходимости). До начала натурных испытаний Исполнитель разрабатывает и согласовывает с Заказчиком Программу и методику испытаний (ПМИ). Приемка оформляется двусторонним Актом сдачи-приемки этапа. Все процедуры соответствуют требованиям ГОСТ Р 15.101 «Порядок выполнения и приемки научно-исследовательских работ».

10. Перечень научно-технической документации, регламентирующий выполнение поставленных заказчиком технологического предложения требований и проекта в целом

ГОСТ Р 7.32 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления»

ГОСТ Р 15.101 «Система разработки и постановки продукции на производство. Порядок выполнения научно-исследовательских работ»

JEDEC JESD22-B117 «Solder Ball Shear Test» (или отечественный аналог)

IPC/JEDEC J-STD-020 «Moisture/Reflow Sensitivity Classification for Nonhermetic Solid State Surface Mount Devices» (или отечественный аналог).

11. Дополнительные сведения (показатели)

11.1. Перечень создаваемых по итогам выполнения проекта прототипов (макет, лабораторный, экспериментальный, репрезентативный, опытный, контрольный образец гражданской продукции (продукта, товара), изготовленный по полученной (созданной или усовершенствованной) в рамках реализации Проекта технологии)

№ п/п	Прототип/образец	Вид образца	Краткое отличительное наименование образца
1	образец для производства ЭКБ	экспериментальный образец	Экспериментальный стенд лазерного микроампирования с интегрированным модулем струйной подачи припойных шариков Jet-модуль с лазерным источником
2	образец для производства ЭКБ	экспериментальный образец	Программное обеспечение синхронизации процессов подачи припойных шариков и лазерного нагрева с интерфейсом оператора и системой логирования параметров

11.2. Требуемый уровень готовности технологии (УГТ) по результатам выполнения проекта.

УГТ	5
Название уровня готовности технологии	Пятый уровень готовности технологий «Получение экспериментального образца»
Описание основных характеристик уровня готовности технологии	изготовлен и испытан экспериментальный образец (образец продукции, обладающий основными признаками намечаемой к разработке продукции, изготавливаемый в целях проверки предлагаемых решений и уточнения отдельных характеристик для использования их при разработке этой продукции) в реальном масштабе по полупромышленной (осуществляемой в условиях производства, но не являющейся частью производственного процесса) технологии, воспроизведены основные внешние условия.

	Проведено внутреннее подтверждение посредством представления объективных свидетельств того, что требования, предназначенные для конкретного использования или применения, выполнены (далее - валидация). Под валидацией в том числе может подразумеваться клиническое исследование или клиническое испытание. Интегрированы основные элементы экспериментального образца с элементами технологии.
Результаты, соответствующие уровню готовности технологии	инициатор должен изготовить экспериментальный образец и провести его внутреннюю валидацию в условиях, приближенных к реальным. Допустимо воспроизведение условий не в полном объеме, поскольку это не окажет влияния на основные функции продукции и план валидации. Инициатор должен: осуществлять валидацию по технологии в условиях производства, которая не является частью производственного процесса; воспроизвести при испытаниях основные внешние условия, включая окружающую среду, которые предполагаются при эксплуатации продукции; интегрировать основные элементы экспериментального образца продукции с другими элементами технологии в целях повышения производительности и качества операций, а также снижения эксплуатационных затрат; представить экспертной организации сведения о разработке экспериментального образца продукции и результаты проведения внутренней валидации экспериментального образца.

Приложение № 3

к конкурсной документации на проведение открытого публичного конкурса на получение грантов Российского научного фонда по выполнению прикладных научных исследований по приоритетным направлениям научно-технологического развития Российской Федерации по направлению «Микроэлектроника»

Форма Титульный лист заявки в Российский научный фонд

Номер лота	Номер Проекта	
Название Проекта	Приоритетное направление научно-технологического развития	
	Код раздела по классификатору по направлению «Микроэлектроника»	
	Наименование раздела по классификатору по направлению «Микроэлектроника»	
	Основной код Проекта по классификатору по направлению «Микроэлектроника»	
	Наименование основного кода Проекта по классификатору по направлению «Микроэлектроника»	
	Направление Проекта	
Полное и сокращенное наименование организации-Заказчика технологического предложения		
Номер технологического предложения		
Название технологического предложения		
Вид научного исследования		
Планируемый результат Проекта:		
1. Технология/материал/оборудование/программа:		
2. Повышение уровня готовности к использованию технологии: с УГТ на УГТ		
3. Прототип/образец:		
4. Документация:		
5. РИД:		
Полное и сокращенное наименование организации – участника конкурса		
Фамилия, имя, отчество (при наличии) руководителя организации – участника конкурса:	Контактные телефон и e-mail руководителя организации – участника конкурса:	
Фамилия, имя, отчество (при наличии) руководителя Проекта:	Контактные телефон и e-mail руководителя Проекта:	

Объем финансирования Проекта (тыс. руб.) в 20__ г. – 20__ г.	Год начала Проекта:	Год окончания Проекта:
Объем софинансирования Проекта (тыс. руб.) в 20__ г. – 20__ г.		
Гарантирую, что при подготовке заявки не были нарушены авторские и иные права третьих лиц и/или имеется согласие правообладателей на представление в Фонд материалов и их использование Фондом для проведения экспертизы и для обнародования (в виде аннотаций заявок).		
Подпись руководителя организации – участника конкурса ¹³ _____/_____ Печать организации – участника конкурса	Дата регистрации заявки	

¹³Либо уполномоченного представителя, действующего на основании доверенности или распорядительного документа. В случае подписания формы уполномоченным представителем организации-участника конкурса (в т.ч. – руководителем филиала) к печатному экземпляру заявки прилагается копия распорядительного документа или доверенности, заверенная печатью организации-участника конкурса.

конкурсной документации на проведение открытого публичного конкурса на получение грантов Российского научного фонда по выполнению прикладных научных исследований по приоритетным направлениям научно-технологического развития Российской Федерации по направлению «Микроэлектроника»

СВЕДЕНИЯ О НАУЧНОМ (НАУЧНО – ТЕХНИЧЕСКОМ) ПРОЕКТЕ

1.1. Название Проекта.

1.2. Планируемый объем финансирования Проекта Фондом по годам (указывается в тыс. рублей): 2026 г. (этап 1) – _____, 2027 г. (этап 2) – _____, 2028 г. (этап 3 при наличии) – _____¹⁴.

Код бюджетной классификации (КБК) -

1.3. Приоритетное направление научно-технологического развития (Указ Президента Российской Федерации от 18.06.2024 № 529 «Об утверждении приоритетных направлений научно-технологического развития и перечня важнейших наукоемких технологий»), в рамках обеспечения которого реализуется технологическое предложение.

1.4. Важнейшая наукоемкая технология (Указ Президента Российской Федерации от 18.06.2024 № 529 «Об утверждении приоритетных направлений научно-технологического развития и перечня важнейших наукоемких технологий»), в рамках обеспечения которой реализуется технологическое предложение.

1.5. Стратегическая инициатива Президента Российской Федерации (Указ Президента РФ от 28.02.2024 № 145 «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации»), в рамках обеспечения которого реализуется технологическое предложение.

1.6. Научные, технические и/или технологические задачи, которые требуется решить в рамках Проекта.

Коды международной классификации отраслей науки и технологий, разработанной Организацией экономического сотрудничества и развития (ОЭСР), применимые к Проекту.

Коды тематических рубрик Государственного рубрикатора научно-технической информации (далее - ГРНТИ), применимые к Проекту.

1.7. Название технологии/материала/оборудования/программы, которая должна быть получена (улучшена, воспроизведена, уточнена) в ходе выполнения Проекта *(не более 100 знаков)*.

1.8. Характеристики технологии/материала/оборудования/программы которые должны быть получены (улучшены, воспроизведены, уточнены) в ходе выполнения Проекта, определяющие их технический уровень¹⁵ и конкурентоспособность¹⁶.

1.9. Ключевые слова (не более 15 терминов).

1.10. Аннотация Проекта *(объем не более 5 стр., в том числе – ожидаемые*

¹⁴ Несоответствие планируемого объема финансирования Проекта (в том числе отсутствие информации в соответствующих полях формы) требованиям пункта 0 конкурсной документации является основанием недопуска заявки к конкурсу.

¹⁵ Относительная характеристика изделий, основанная на сопоставлении соответствующих значений показателей, характеризующих техническое совершенство оцениваемых изделий и изделий, отнесенных к лучшим отечественным (мировым) достижениям по этой группе изделий.

¹⁶ Способность изделия соответствовать сложившимся требованиям внутреннего и внешнего рынка на рассматриваемый период.

технические (технологические) решения поставленной задачи, новизна решения).

1.11. По итогам реализации Проекта организация-Исполнитель предполагает получить следующие научные и научно-технические результаты.

Коды Общероссийского Классификатора Продукции по видам экономической Деятельности (ОКПД), применимые к результату Проекта.

Сведения о софинансировании

1.12. Планируемый объем софинансирования Проекта по этапам (указывается в тыс. рублей): первый этап выполнения Проекта – _____, второй этап выполнения Проекта – _____, третий этап выполнения Проекта (при наличии) – _____.

1.13. Краткая аннотация видов работ и мероприятий плана-графика выполнения работ по проекту, которые планируется выполнить за счет софинансирования, предоставляемого организацией-Заказчиком технологического предложения.

1.14. Сведения о планируемых затратах в рамках отдельных этапов выполнения Проекта с расшифровкой по статьям расходов приводятся в технико-экономическом обосновании расходов на реализацию Проекта (Приложение к ФОРМЕ 8 к Приложению № 3 к настоящей конкурсной документации).

Сведения об использовании результатов Проекта

1.15. Результаты Проекта запланированы к использованию на производстве:

– _____ (указывается наименование предприятия (– ий) – производителя (– ей) продукции, ИНН).

1.16. В продукции, произведенной с применением результатов Проекта, заинтересованы:

– _____ (указывается наименование организации потребителя (эксплуатанта) продукции, ИНН).

Руководитель организации-Участник конкурса и руководитель Проекта подтверждают, что:

– обеспечат выполнение требований, предусмотренных в Приложении № 1,2 к настоящей конкурсной документации в отношении выбранного Проекта;

– обеспечат размещение сведений и отчетов, в порядке и сроках, предусмотренных Постановлением Правительства РФ от 12.04.2013 № 327 «О единой государственной информационной системе учета научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ гражданского назначения;

– помимо гранта Фонда, Проект не будет иметь других источников финансирования (за исключением средств софинансирования Проекта) в течение всего периода практической реализации Проекта с использованием гранта Фонда;

– в установленные соглашением сроки будут представляться в Фонд отчеты о выполнении Проекта и о целевом использовании средств гранта;

– на весь период реализации Проекта руководитель Проекта будет состоять в трудовых отношениях с организацией, при этом трудовой договор не будет договором о дистанционной работе;

– Проект не является аналогичным по содержанию проекту, одновременно поданному на конкурсы научных фондов и иных организаций;

– Проект не содержит сведений, составляющих государственную тайну или относимых к охраняемой в соответствии с законодательством Российской Федерации иной информации ограниченного доступа.

Подпись руководителя организации-Участник

конкурса¹⁷, печать (при ее наличии) организации

(уполномоченного представителя, действующего на основании доверенности или распорядительного документа)

Подпись руководителя проекта

¹⁷В случае подписания формы уполномоченным представителем организации (в т.ч. – руководителем филиала) к печатному экземпляру заявки прилагается копия распорядительного документа или доверенности, заверенная печатью организации.

ФОРМА 2

к Приложению № 3

конкурсной документации на проведение открытого публичного конкурса на получение грантов Российского научного фонда по выполнению прикладных научных исследований по приоритетным направлениям научно-технологического развития Российской Федерации по направлению «Микроэлектроника»

СВЕДЕНИЯ ОБ ОРГАНИЗАЦИИ – УЧАСТНИКЕ КОНКУРСА

- 2.1. Полное наименование (приводится в соответствии с регистрационными документами).
- 2.2. Сокращенное наименование.
- 2.3. Организационно-правовая форма (указывается по ОКОПФ).
- 2.4. Форма собственности (указывается по ОКФС).
- 2.5. Ведомственная принадлежность (при наличии).
- 2.6. ИНН, КПП, ОГРН, ОКТМО.
- 2.7. Адрес.
- 2.8. Фактический адрес.
- 2.9. Субъект Российской Федерации.
- 2.10. Должность, фамилия, имя, отчество (при наличии) руководителя организации.
- 2.11. Контактный телефон.
- 2.12. Электронный адрес (E-mail).
- 2.13. Наличие сертифицированной системы менеджмента качества в организации¹⁸ (при наличии). Файл со сканом Сертификата соответствия и приложений к нему.
- 2.14. Перечень имеющегося у Организации на праве собственности (аренды или иного права пользования) оборудования, исследовательских приборов, элементов инфраструктуры для выполнения Проекта, в том числе объектов:
 - исследовательской инфраструктуры;
 - экспериментальной (технологической) инфраструктуры;
 - испытательной и измерительной инфраструктуры;
 - информационной инфраструктуры (информационных ресурсов, баз данных, библиотек программного обеспечения и т.п.);
 - иной инфраструктуры (имеющей значение для реализации Проекта).
- 2.15. Наличие соглашений, договоров и других документов об использовании оборудования, инфраструктуры, в том числе уникальной, с научными и образовательными организациями, предприятиями, необходимого для выполнения Проекта¹⁹.
- 2.16. Характеристика технологических линий, участков, специализированного оборудования и техники, программного обеспечения, технологической инфраструктуры, планируемых использовать для проведения экспериментальных (опытных) работ и технологических (производственных) испытаний.

¹⁸Система менеджмента качества: Совокупность взаимосвязанных и взаимодействующих элементов, предназначенных для разработки политики, целей и достижения этих целей, для руководства и управления группой работников и необходимыми средствами с распределением ответственности, полномочий и взаимоотношений применительно к качеству.

¹⁹Копии документов в формате pdf, до 3 Мб.

2.17. Планирует ли организация приобретение за счет средств гранта специального оборудования для выполнения Проекта.

Да/Нет

В случае выбора «Да»: Перечень планируемого к приобретению за счет средств гранта специального оборудования для выполнения Проекта должен быть указан в Технико-экономическом обосновании расходов на реализацию Проекта (Приложение к ФОРМЕ 8 к Приложению № 3 к настоящей конкурсной документации).

2.18. Опыт организации в выполнении НИР, в которых полученный результат использовался в производстве продукции, оказании услуг (указываются наименования организаций, их местонахождение, форма участия (ответственный исполнитель или соисполнитель), названия работ и сроки выполнения за последние 5 лет). Шифр(ы) работ.

Руководитель организации-Участник конкурса подтверждают, что:

- с условиями конкурса Фонда согласен;
- подтверждает сведения о руководителе Проекта, изложенные в данной заявке;
- организация исполняет обязательства по уплате страховых взносов и налогов, платежеспособна, не находится в процессе ликвидации, не признана несостоятельной (банкротом), на ее имущество не наложен арест и ее экономическая деятельность не приостановлена и подтверждает, что соответствует требованиям пункта 2.1 настоящей конкурсной документации;
- в случае признания заявки победителем организация-Участник конкурса берет на себя обязательства, предусмотренные пунктами 5.4, 5.5, 5.7, 5.8 настоящей конкурсной документации.

**Подпись руководителя организации-Участник
конкурса²⁰, печать (при ее наличии) организации**

(уполномоченного представителя, действующего на
основании доверенности или распорядительного
документа)

²⁰В случае подписания формы уполномоченным представителем организации (в т.ч. – руководителем филиала) к печатному экземпляру заявки прилагается копия распорядительного документа или доверенности, заверенная печатью организации.

ФОРМА 3
к Приложению № 3

конкурсной документации на проведение открытого публичного конкурса на получение грантов Российского научного фонда по выполнению прикладных научных исследований по приоритетным направлениям научно-технологического развития Российской Федерации по направлению «Микроэлектроника»

СВЕДЕНИЯ О РУКОВОДИТЕЛЕ ПРОЕКТА

- 3.1. Фамилия, имя, отчество.
SPIN – код²¹
РИНЦ AuthorID²²
- 3.2. Дата рождения.
- 3.3. Гражданство.
- 3.4. Ученая степень, год присуждения (*при наличии*)²³.
- 3.5. Наличие наград и премий за выполненные научные, опытно-конструкторские и технологические работы, членство в ведущих профессиональных сообществах, участие в редакционных коллегиях, ведущих рецензируемых научных и технологических изданиях, участия в оргкомитетах или программных комитетах известных национальных и международных научных, научно-технологических конференций, иной опыт организации международных и национальных технологических мероприятий (*при наличии*).
- 3.6. Основное место работы на момент подачи заявки – должность, полное наименование организации (*сокращенное наименование организации*)²⁴.
- 3.7. Область научно-технических интересов – ключевые слова (*приводится не более 15 ключевых слов*).
- 3.8. Область научно-технических интересов – коды по классификатору направления «Микроэлектроника».
- 3.9. Перечень публикаций руководителя Проекта (с указанием при наличии базы данных, в которой индексируется издание, например, RSCI, Web of Science Core Collection, Scopus, и т.п.), опубликованных за последние 5 лет до даты подачи заявки (*при наличии*) на языке оригинала²⁵.
- 3.10. Перечень и регистрационные номера патентов, полученных за последние 5 лет до даты подачи заявки (*при наличии*).
- 3.11. Основные научные, научно-технические, технологические результаты руководителя Проекта за последние 5 лет до даты подачи заявки.
- 3.12. Опыт участия в выполнении опытно-конструкторских и прикладных научно-исследовательских работ, за последние 5 лет до даты подачи заявки (указываются

²¹SPIN-код указан в авторском профиле, который становится доступен, если при поиске автора в базе данных РИНЦ в результатах поиска нажать на фамилию автора.

²²РИНЦ AuthorID указан в авторском профиле, который становится доступен, если при поиске автора в базе данных РИНЦ в результатах поиска нажать на фамилию автора.

²³В случае наличия нескольких ученых степеней, указывается та из них, которая наиболее соответствует тематике проекта.

²⁴Руководитель Проекта может на момент подачи заявки не являться работником организации, но, в случае победы в конкурсе, должен заключить с ней трудовой договор. В случае, если руководитель Проекта не является гражданином Российской Федерации, организацией должны быть выполнены все процедуры, предусмотренные законодательством Российской Федерации при трудоустройстве иностранных граждан.

²⁵Для русскоязычных названий сведения приводятся на русском языке и в переводе на английский язык. При этом должно быть понятно, что речь идет об одном и том же документе (например, добавляйте слово «перевод»).

регистрационный номер ИКРБС отчета в ЕГИСУ НИОКТР, наименования организаций заказчиков и исполнителей, их местонахождение, роль (руководитель или исполнитель), названия работ, сроки выполнения, шифр, дата утверждения акта сдачи-приемки).

3.13. В том числе проектов, финансируемых РНФ (при наличии):

Являлся или являюсь руководителем проекта(ов)²⁶ № _____,
№ _____.

Являлся или являюсь исполнителем проекта(ов) № _____,
№ _____.

3.14. Планируемое участие в научных, научно-технических проектах (в любом качестве) в текущем календарном году. Общее количество – ____, из них: руководство – ____, участие в качестве исполнителя – ____, а именно:

(указываются в том числе грантодатели или заказчики проектов и источник финансирования, например – государственное задание учредителя, гранты ФПИ иных фондов или иных организаций, государственный контракт (заказчик, программа), иной хозяйственный договор, иные гранты и субсидии).

3.15. Доля рабочего времени, которую планируется выделить на руководство данным Проектом в случае победы в конкурсе Фонда – ____ процентов²⁷.

3.16. Предполагаемая форма трудовых отношений²⁸ с организацией-Исполнителем:

Организация будет являться основным местом работы²⁹ (характер работы – не дистанционный);

Трудовой договор по совместительству³⁰ (характер работы – не дистанционный).

3.17. Почтовый адрес.

3.18. Контактный телефон.

3.19. Электронный адрес (Е – mail).

3.20. Файл с дополнительной информацией³¹ (другая дополнительная информация, которая, по мнению руководителя Проекта, может быть полезна при проведении экспертизы данного Проекта).

С условиями пунктов 2.3, 5.5 конкурса Фонда ознакомлен и согласен. Подтверждаю свое участие в Проекте.

Фамилия, имя и отчество (при наличии)	
Данные документа,	

²⁶Или руководителем направления комплексной научной программы организации.

²⁷Имеется в виду – от полной занятости в рамках трудовых или гражданско-правовых правоотношений, т.е. занятость в свободное от основной работы время также должна учитываться.

²⁸В соответствии с пунктом 5.5 настоящей конкурсной документации трудовой договор с руководителем Проекта не должен быть дистанционным и/или предусматривать возможность осуществления трудовой деятельности за пределами территории Российской Федерации.

²⁹Указывается для случаев, когда руководитель Проекта планирует, что во время реализации Проекта организация-Исполнитель будет являться его основным местом работы (в том числе и не по гранту РНФ). Данный пункт указывается для случаев внутреннего совместительства (ст. 60.1 ТК РФ) и совмещения должностей (ст. 60.2 ТК РФ).

³⁰Указывается для случаев, когда руководитель Проекта планирует, что реализация Проекта будет осуществляться им по внешнему совместительству, а организация-Исполнитель не будет для него являться основным местом работы. РНФ обращает внимание, что расположение основного места работы в ином, удаленном от места расположения организации субъекте Российской Федерации, может повлечь за собой проверки фактического режима рабочего времени в период реализации Проекта.

³¹Один файл в формате pdf, до 3 Мб.

удостоверяющего личность ³² (серия, номер, сведения о дате и органе выдачи)	
Адрес проживания	
Оператор персональных данных	Российский научный фонд
Я выражаю согласие³³ на обработку указанным выше оператором персональных данных, внесенных в настоящую форму мною лично. Обработка Российским научным фондом (адрес: г. Москва, ул. Солянка, д. 14, строение 3) указанных выше персональных данных может осуществляться посредством их сбора, систематизации, накопления, хранения, уточнения, использования, блокирования, распространения на официальном сайте Российского научного фонда, передачи и уничтожения с целью проведения экспертизы заявок на конкурсы, проводимые Российским научным фондом, экспертизы проектов и программ, финансируемых Российским научным фондом, подготовки аналитических материалов по конкурсам, долговременного сохранения документированной информации об участниках программ, получивших финансирование Российского научного фонда, общедоступного раскрытия информации о руководителях программ и проектов, финансируемых Российским научным фондом. Указанная обработка моих данных может осуществляться в течение 50 лет со дня заполнения настоящей формы в печатной форме. Хранение настоящей формы может быть поручено ООО «Первая архивная компания» (117437, г. Москва, ул. Островитянова, д. 29/120, пом. 11), оказывающему Российскому научному фонду услуги архивного хранения документов. Настоящее согласие может быть отозвано посредством направления на указанный выше адрес оператора персональных данных заявления с требованием о прекращении обработки персональных данных. Заявление должно содержать номер документа, удостоверяющего личность субъекта персональных данных; сведения о дате выдачи указанного документа и выдавшем его органе, а также собственноручную подпись субъекта персональных данных.	
Подпись руководителя организации-Участника конкурса ³⁴ , печать организации	
(уполномоченного представителя, действующего на основании доверенности или распорядительного документа)	
Подпись руководителя проекта	

³²Непредставление данных документа, удостоверяющего личность, является основанием недопуска заявки к конкурсу.

³³Заполнение является обязательным в соответствии с требованиями Федерального закона от 27 июля 2006 г. № 152-ФЗ «О персональных данных».

³⁴В случае подписания формы уполномоченным представителем организации (в т.ч. – руководителем филиала) к печатному экземпляру заявки прилагается копия распорядительного документа или доверенности, заверенная печатью организации.

конкурсной документации на проведение открытого публичного конкурса на получение грантов Российского научного фонда по выполнению прикладных научных исследований по приоритетным направлениям научно-технологического развития Российской Федерации по направлению «Микроэлектроника»

СВЕДЕНИЯ О КОЛЛЕКТИВЕ ПРОЕКТА

4.1. Полное название подразделения в организации – Участника конкурса, на базе которого осуществляет свою деятельность коллектив.

4.2. Перечень направлений научной, научно – технической деятельности коллектива (коды классификатора Фонда).

4.3. Основные результаты НИР коллектива за последние 5 лет до даты подачи заявки, в том числе сведения о создании в этот период новой или усовершенствовании производимой продукции (товаров, работ, услуг), о создании новых или усовершенствовании применяемых технологий³⁵.

4.4. Планируемый состав коллектива Проекта:

4.4.1. Исследователи:

фамилия, имя, отчество (*при наличии*);

ученая степень;

должность и основное место работы;

форма отношений с организацией (*трудовой договор, гражданско – правовой договор*) в период реализации Проекта;

наличие наград и премий за выполненные научные, опытно – конструкторские и технологические работы, членство в ведущих профессиональных сообществах, участие в редакционных коллегиях ведущих рецензируемых научных и технологических изданий, участие в оргкомитетах или программных комитетах известных национальных и международных научных, научно – технологических конференций, иной опыт организации международных и национальных технологических мероприятий (*при наличии*);

область научно – технических интересов – ключевые слова (*приводится не более 15 ключевых слов*) на русском языке;

область научно – технических интересов – коды по классификатору Фонда;

опыт участия в выполнении опытно – конструкторских и опытно – технологических работ, опытно – конструкторских разработках (*указываются наименования организаций, их местонахождение, форма участия (руководитель или исполнитель), названия работ и сроки выполнения за последние 5 лет*), шифр(ы) работ.

перечень и регистрационные номера патентов (*при наличии*), полученных за последние 5 лет до даты подачи заявки.

4.4.2. Инженерно – технические работники:

фамилия, имя, отчество (*при наличии*);

ученая степень;

должность и основное место работы;

форма отношений с организацией (*трудовой договор, гражданско – правовой договор*); в период реализации Проекта

³⁵Приводятся сведения о передаче результатов научной деятельности для их последующей коммерциализации и/или иного практического использования в экономике и социальной сфере.

наличие наград и премий за выполненные научные, опытно – конструкторские и технологические работы, членство в ведущих профессиональных сообществах, участие в редакционных коллегиях ведущих рецензируемых научных и технологических изданий, участие в оргкомитетах или программных комитетах известных национальных и международных научных, научно – технологических конференций, иной опыт организации международных и национальных технологических мероприятий *(при наличии)*;

область научно – технических интересов – ключевые слова *(приводится не более 15 ключевых слов)* на русском языке;

область научно – технических интересов – коды по классификатору Фонда;

опыт участия в выполнении опытно – конструкторских и опытно – технологических работ, опытно – конструкторских разработках *(указываются наименования организаций, их местонахождение, форма участия (руководитель или исполнитель), названия работ и сроки выполнения за последние 5 лет)*, шифр(ы) работ;

перечень и регистрационные номера патентов *(при наличии)*, полученных за последние 5 лет до даты подачи заявки.

4.4.3. Административные работники:

фамилия, имя, отчество *(при наличии)*;

ученая степень;

должность и основное место работы;

форма отношений с организацией *(трудовой договор, гражданско – правовой договор)* в период реализации Проекта;

наличие наград и премий за выполненные научные, опытно – конструкторские и технологические работы, членство в ведущих профессиональных сообществах, участие в редакционных коллегиях ведущих рецензируемых научных и технологических изданий, участие в оргкомитетах или программных комитетах известных национальных и международных научных, научно – технологических конференций, иной опыт организации международных и национальных технологических мероприятий *(при наличии)*;

область научно – технических интересов – ключевые слова *(приводится не более 15 ключевых слов)* на русском языке;

область научно – технических интересов – коды по классификатору Фонда;

опыт участия в выполнении опытно – конструкторских и опытно – технологических работ, опытно – конструкторских разработках *(указываются наименования организаций, их местонахождение, форма участия (руководитель или исполнитель), названия работ и сроки выполнения за последние 5 лет)*, шифр(ы) работ;

перечень и регистрационные номера патентов *(при наличии)*, полученных за последние 5 лет до даты подачи заявки.

4.5. Соответствие профессионального уровня членов коллектива задачам Проекта.

4.6. Организация системы управления в Проекте, распределение ролей в Проекте.

**Подпись _____ руководителя _____ организации-Участника
конкурса³⁶, печать организации**

(уполномоченного представителя, действующего на основании доверенности или распорядительного документа)

Подпись _____ руководителя проекта

³⁶В случае подписания формы уполномоченным представителем организации (в т.ч. – руководителем филиала) к печатному экземпляру заявки прилагается копия распорядительного документа или доверенности, заверенная печатью организации.

конкурсной документации на проведение открытого публичного конкурса на получение грантов Российского научного фонда по выполнению прикладных научных исследований по приоритетным направлениям научно-технологического развития Российской Федерации по направлению «Микроэлектроника»

СОДЕРЖАНИЕ ПРОЕКТА

5.1. Научная (техническая, технологическая) проблема, на решение которой направлен Проект.

5.2. Области науки и техники, в которых лежит научная (техническая, технологическая) проблема, на решения которых нацелен Проект.

5.3. Факторы, которые являются определяющими в этих областях, для ожидаемой технологии.

5.4. На результатах каких фундаментальных и/или ориентированных исследований, базируется проведение Проекта.

В том числе проектов, финансируемых РНФ (при наличии): № _____, ...
№ _____.

5.5. Предлагаемые научные методы, технические и технологические подходы к решению обозначенной проблемы, решаемой в рамках Проекта.

5.6. Современное состояние исследований, разработок в мире и России по данной проблеме, основные направления и российские коллективы.

5.7. Обоснование достижимости решения обозначенной проблемы в ходе Проекта.

5.8. Риски не достижения результата Проекта, исходя из текущего уровня знаний, компетенций, технических возможностей в стране (*в том числе технологические, социальные, экономические, регуляторные, способы их минимизации*).

5.9. Описание потенциальных проблем, которые могут возникнуть у организации-заказчика технологического предложения при подготовке производства продукции (товаров, работ, услуг) с применением результатов Проекта (с точки зрения ответов на вопросы: планируются ли к использованию материалы, которые не были продемонстрированы в подобных производственных процессах; является ли технология новой, с высокой степенью неопределенности затрат; является ли результат новым или содержит нестандартные характеристики; будет ли производство требовать использования производственных технологий, процессов, измерений или возможностей, которые не проверены в текущем окружении; имеет ли исторические или ожидаемые проблемы с производством или качеством; требует ли нового производственного оборудования или масштабирования существующего (новые производственные возможности или производственные мощности); имеет ли ожидаемые или исторические проблемы с поставками материалов или комплектующих (стоимость, качество, сроки); имеет ли производственную базу с критическими недостатками или имеет эксклюзивного или иностранного поставщика).

5.10. Текущий уровень готовности технологии³⁷ *Выбор только 1-9* и требуемый уровень готовности технологии³⁸ *Выбор только 1-9* по результатам выполнения Проекта.

* Таблица по выбору текущего УГТ ПП РФ 1552 (файл в формате PDF)

** Таблица понимания УГТ для проектов РНФ (файл в формате PDF)

5.11. Подробное описание текущего уровня зрелости технологии и достигнутого результата исследований/разработок (решения научной, технической и/или технологической проблемы).

5.12. Описание теоретических, аналитических и экспериментальных исследований, демонстраций, которые были выполнены (в том числе другими коллективами) и подтверждают достижение текущего уровня зрелости технологии.³⁹

5.13. Аргументы, указывающие на высокую вероятность связи между демонстрацией результатов текущей стадии зрелости технологии, и ожидаемыми характеристиками технологии в условиях производства.

5.14. Ожидаемое (планируемое) использование научно – технических (научно – технологических) результатов после реализации Проекта, помимо их передачи организации-Заказчику технологического предложения.

5.15. Полезный эффект⁴⁰ от возможности использования результатов реализации Проекта, помимо организацией-Заказчиком технологического предложения.

5.16. Предлагаемый порядок испытаний и приемки результатов по этапам реализации Проекта (программа испытаний, план испытаний), использования технологических (производственных) площадей для проведения опытных, экспериментальных и испытательных работ.

5.17. Предполагаемые к созданию в рамках выполнения Проекта результаты интеллектуальной деятельности, способные к правовой охране в соответствии с законодательством Российской Федерации:⁴¹

программа для электронных вычислительных машин (программа для ЭВМ);

база данных;

изобретение;

полезная модель;

промышленный образец;

топология интегральной микросхемы;

секрет производства (ноу-хау).

5.18. Предлагаемый порядок сопровождения использования результатов Проекта в последующем производстве в части проведения сертификации, метрологического обеспечения, аттестации, получения разрешений, стандартизации, иное.

5.19. Перечень соисполнителей Проекта с определением работ и результатов, которые должны быть ими выполнены в рамках выбранного Проекта.

5.20. Документация, разрабатываемая в ходе выполнения Проекта:

- научно-технический отчет по каждому этапу;

- комплект проектной конструкторской (программной) и технологической документации (для проекта с требуемым УГТ3-УГТ5) / Комплект рабочей конструкторской (программной) и технологической документации (для проекта с требуемым УГТ6);

- проект ТЗ на прикладную НИР (для проекта с требуемым УГТ3-УГТ4) / Проект ТЗ на

³⁷ В соответствии с Методикой оценки уровней готовности технологий, утвержденной Постановлением Правительства РФ от 06.10.2025 № 1552.

³⁸ Указывают в соответствии с п. 11.2 технических требований (исходных данных) Лота (Приложение №2 настоящей конкурсной документации).

³⁹ Указание ссылок, документирующих результаты анализа, эксперимента, моделирования, прототипирования, проектирования.

⁴⁰ Оценка полезного эффекта от возможного применения разрабатываемого изделия, приходящегося на единицу затрат, в целях оптимизации технических решений, полученного как результат технико-экономического анализа.

⁴¹ Указывают в соответствии со статьей 1225 Гражданского кодекса Российской Федерации.

ОКР/ОТР (для проекта с требуемым УГТ5-УГТ6).

5.21. Файл⁴² с дополнительной информацией 1⁴³.

5.22. Файл⁴⁴ с дополнительной информацией 2.

Подпись руководителя организации-Участника конкурса⁴⁵, печать организации

(уполномоченного представителя, действующего на основании доверенности или распорядительного документа)

Подпись руководителя проекта

⁴² Сканы документов, подтверждающие текущий уровень готовности технологии. Один файл в формате pdf, до 3 Мб.

⁴³ Текст в файлах с дополнительной информацией должен приводиться на русском языке. Перевод на английский язык требуется в том случае, если руководитель Проекта оценивает данную информацию существенной для эксперта.

⁴⁴ Сканы документов: договоров, писем и других материалов (как организационно-финансовых, так и научно-технических), подтверждающие сведения, представленные в данной заявке. Один файл в формате pdf, до 3 Мб.

⁴⁵ В случае подписания формы уполномоченным представителем организации (в т.ч. – руководителем филиала) к печатному экземпляру заявки прилагается копия распорядительного документа или доверенности, заверенная печатью организации.

конкурсной документации на проведение открытого публичного конкурса на получение грантов Российского научного фонда по выполнению прикладных научных исследований по приоритетным направлениям научно-технологического развития Российской Федерации по направлению «Микроэлектроника»

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

на выполнение прикладных научных исследований

1. Наименование, шифр и сроки выполнения НИР

1.1. Наименование: *[Название Проекта]*.

1.2. Шифр: *[Номер заявки на Проект]*.

1.3. Сроки выполнения: дата подписания соглашения о предоставлении гранта – *[дата окончания Проекта]*.

2. Основание для выполнения НИР

2.1. Основанием является соглашение о предоставлении гранта на проведение НИР по проекту *[Номер заявки на Проект и название Проекта]* в рамках технологического предложения *[Номер заявки на технологического предложения и Название технологического предложения]* и договор, заключенный между организацией – Исполнителем и организацией – Заказчиком технологического предложения на выполнение НИР по реализации Проекта.

2.2. Заказчиком НИР является *[название организации-Заказчика технологического предложения]*.

2.3. Исполнителем НИР является *[название организации - Участника конкурса]*.

3. Цели и задачи НИР

3.1. В ходе выполнения НИР должны быть проведены исследования:

*введите информацию.**

Предназначение (область практического применения) научно-технического результата исследования:

*введите информацию.**

3.2. Задачи, решаемые в ходе выполнения НИР⁴⁶:

*введите информацию.**

4. Технические требования⁴⁷

Ключевые характеристики (параметра, показателя назначения)⁴⁸:

⁴⁶Указывают в соответствии с п. 6 технических требований (исходных данных) Лота (Приложение №2 настоящей конкурсной документации).

⁴⁷Указывают необходимые для решения поставленных задач технические требования к прототипам/образцам. Значения величин, определяющих количественные требования, параметры и характеристики научно-технического результата, условия изготовления (испытаний, применения, хранения) приводят в виде номинальных значений с допустимыми отклонениями. При установлении требований к параметрам в виде их наибольших и (или) наименьших допустимых значений должна быть указана допустимая погрешность их измерений. Для статистических параметров устанавливают доверительную вероятность, которой соответствует данное значение параметра.

⁴⁸Указывают в соответствии с п. 7 технических требований (исходных данных) Лота (Приложение №2 настоящей конкурсной документации).

№ п/п	Наименование характеристики (параметра, показателя назначения), ед. измерения	Количественное значение характеристики			Примечание
		Этап экспериментального подтверждения			
		1	2	3 (при наличии)	
	Место для ввода текста				например: «не менее» или другое необходимое условие (если условие или примечание отсутствует, то поставить «-»)

Требования в зависимости от специфики⁴⁹:

№ п/п	Наименование требования	Описание
	Место для ввода текста	Место для ввода текста

5. Требования к структуре, составу и объему выполняемых работ⁵⁰

5.1. Требования к исходным данным, которые должны использоваться при выполнении НИР.

*введите информацию.**

5.2. Требования к составу и объему теоретических исследований.

*введите информацию.**

5.3. Требования к составу, объему и качеству проведения экспериментальных работ

*введите информацию.**

5.4. Требование к метрологическому обеспечению экспериментальных исследований.

*введите информацию.**

5.5. Требования к разработке, изготовлению и испытаниям прототипов (макетов, образцов), в зависимости от характера (специфики) выполняемой НИР и требований отраслевых стандартов.

Прототип/образец⁵¹:

Вид прототипа/образца	Краткое отличительное наименование прототипа/образца

*введите информацию.**

Испытания прототипов (макетов, образцов) должны быть проведены по утвержденным программам и методикам.

5.6. Патентные исследования должны быть проведены в соответствии с ГОСТ Р 15.011.

⁴⁹Указывают в соответствии с п. 7 технических требований (исходных данных) Лота (Приложение №2 настоящей конкурсной документации).

⁵⁰Указывают в соответствии с п. 8 технических требований (исходных данных) Лота (Приложение №2 настоящей конкурсной документации).

⁵¹ Указывают в соответствии с п. 11.1 технических требований (исходных данных) Лота (Приложение №2 настоящей конкурсной документации).

*введите информацию.**

5.7. Требования к подготовке предложений (рекомендаций) по реализации результатов проекта.

*введите информацию.**

5.8. Требования к предполагаемым результатам исследований и чем должна заканчиваться работа по теме.

Повышение уровня готовности к использованию технологии с УГТ_ на УГТ_

Описание основных характеристик УГТ_ (от следующего после текущего УГТ участника конкурса до требуемого УГТ по результатам проекта):

Результаты интеллектуальной деятельности:

*введите информацию.**

5.9. Требования по расчету планируемого экономического эффекта от реализации результатов НИР.

*введите информацию.**

5.10. Требование необходимости согласования ТЗ с головным научно-исследовательским институтом по виду техники.

*введите информацию.**

5.11. Требования необходимости привлечения организации-резидента и направления ОНТД на рецензию перед рассмотрением на НТС (секции НТС).

*введите информацию.**

5.12. Другие требования в зависимости от специфики выполняемой НИР.

*введите информацию.**

6. Требования к разрабатываемой документации⁵²

6.1. В ходе выполнения НИР должна быть разработана следующая научно-техническая документация:

Перечень документации

*введите информацию.**

6.2. Требования к порядку согласования с заказчиком разрабатываемых в НИР документов, в том числе программ и методик испытаний прототипов (макетов, образцов, места проведения их испытаний и др.), конструкторской и другой технической документации:

*введите информацию.**

6.3. Оформление технической документации должно соответствовать требованиям⁵³:

*введите информацию.**

6.4. Техническая и отчетная документация должна быть представлена⁵⁴:

*введите информацию.**

7. Требования по обеспечению сохранения коммерческой тайны при выполнении НИР⁵⁵

7.1. Результаты проекта не должны содержать сведений, составляющих государственную тайну или относимых к охраняемой в соответствии с законодательством Российской Федерации иной информации ограниченного доступа.

7.2. Для обеспечения коммерческой тайны в ходе выполнения работы должны соблюдаться следующие требования конфиденциальности⁵⁶:

⁵²Указывают в соответствии с п. 8 (подп. 9, 10 таблицы), п. 10 и п. 11.2 технических требований (исходных данных) Лота (Приложение №2 настоящей конкурсной документации).

⁵³Указывают ГОСТы системы ЕСКД, ЕСТД, ЕСПД, а также требованиям иной нормативно-технической документации, действующей в отрасли. При заполнении данного пункта обязательно указать, что Отчет о НИР (промежуточный, заключительный) оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ 7.32.

⁵⁴Указывают на каком носителе (бумажном и в электронном виде на оптическом носителе) и в скольких экземплярах.

⁵⁵Указывают в соответствии с п. 8 (подп. 11 таблицы) технических требований (исходных данных) Лота (Приложение №2 настоящей конкурсной документации).

⁵⁶Указывают требования в соответствии с нормативной документацией по защите информации.

*введите информацию:**

8. Этапы выполнения НИР

Этапы выполнения НИР, содержание работ, перечень документов, разрабатываемых на этапах, сроки исполнения и объемы финансирования по этапам приведены в хронологическом порядке в Плане-графике выполнения работ по Проекту (Приложение № 2 к Соглашению).

9. Порядок выполнения и приемки НИР (этапов НИР)⁵⁷

Порядок выполнения и приемки НИР (этапов НИР) должен соответствовать требованиям ГОСТ Р 15.101 и ГОСТ Р 53736

*введите информацию:**

Подпись руководителя организации⁵⁸, печать организации

(уполномоченного представителя, действующего на основании доверенности или распорядительного документа)

Подпись руководителя проекта

⁵⁷Указывают в соответствии с п. 9 технических требований (исходных данных) Лота (Приложение №2 настоящей конкурсной документации).

⁵⁸В случае подписания формы уполномоченным представителем организации (в т.ч. – руководителем филиала) к печатному экземпляру заявки прилагается копия распорядительного документа или доверенности, заверенная печатью организации.

ФОРМА 7

к Приложению № 3

конкурсной документации на проведение открытого публичного конкурса на получение грантов Российского научного фонда по выполнению прикладных научных исследований по приоритетным направлениям научно-технологического развития Российской Федерации по направлению «Микроэлектроника»

План-график выполнения работ по проекту

Название проекта					
№ п/п	Содержание выполняемых работ и мероприятий ⁵⁹	Перечень документов, разрабатываемых на этапах ⁶⁰	Период выполнения этапа (начало-окончание) ⁶¹	Средства гранта (тыс. руб.)	Средства софинасирования организации-Заказчика технологического предложения (тыс. руб.)
1	2	3	4	5	6
Приводится номер и наименование этапа					
1.1	Приводится содержание выполняемых работ на этапе с указанием исполнителя работ	Приводится перечень документов, разрабатываемых на этапе	Приводится отчётный период этапа	Приводится размер финансирования этапа из средств гранта	Приводится размер софинансирования этапа
1.2					
Итого за 1 этап					
Приводится номер и наименование этапа					
N.1					
N.2					
Итого за N этап					

⁵⁹ Указывают работы и мероприятия в соответствии с необходимостью выполнения задач п. 6 и достижения требуемого УГТ п.11.2 технических требований (исходных данных) Лота (Приложение №2 настоящей конкурсной документации) исходя из текущего УГТ, указанного в п. 5.10 Формы 5.

⁶⁰ Указывают все документы (в соответствующих им этапах), требуемые к разработке п. 8 (подп. 9 таблицы) и п.11.2 технических требований (исходных данных) Лота (Приложение №2 настоящей конкурсной документации) и отраженные в разделе 6 технического задания.

⁶¹ Указывают период в соответствии с п. 3.1 настоящей конкурсной документации.

<i>Итого</i>		
--------------	--	--

Подпись руководителя организации⁶², печать организации
(уполномоченного представителя, действующего на основании доверенности или распорядительного документа)

Подпись руководителя проекта

⁶²В случае подписания формы уполномоченным представителем организации (в т.ч. – руководителем филиала) к печатному экземпляру заявки прилагается копия распорядительного документа или доверенности, заверенная печатью организации.

ФОРМА 8

к Приложению № 3

конкурсной документации на проведение открытого публичного конкурса на получение грантов Российского научного фонда по выполнению прикладных научных исследований по приоритетным направлениям научно-технологического развития Российской Федерации по направлению «Микроэлектроника»

Смета расходов

№ п/п	Направления расходования гранта (статьи расходов)	СРЕДСТВА ГРАНТА тыс. руб.			СРЕДСТВА СОФИНАНСИРОВАНИЯ организации-Заказчика технологического предложения тыс. руб.		
		первый этап выполнения Проекта	второй этап выполнения Проекта	третий этап выполнения Проекта	первый этап выполнения Проекта	второй этап выполнения Проекта	третий этап выполнения Проекта
1.	Расходы на оплату труда работников, непосредственно участвующих в реализации Проекта, включая НДФЛ и страховые взносы на обязательное социальное, пенсионное и медицинское страхование, в том числе:						
1.1.	административно-управленческого персонала <i>(не более 5 % от общего объема ФОТ работников, непосредственно участвующих в реализации Проекта в соответствующем году)</i>						
2.	Расходы на приобретение специального оборудования для научных (экспериментальных) работ						
3.	Расходы на приобретение материалов и комплектующих						
4.	Расходы на оплату научно-исследовательских работ, выполняемых сторонними организациями <i>(не более 30 % от размера гранта на соответствующий год)</i>						
5.	Расходы на содержание (аренду) и эксплуатацию научно – исследовательского оборудования, установок и						

	производственной инфраструктуры, зданий, сооружений, включая затраты на поддержание производственного микроклимата, деонизованную водоподготовку, газоподготовку, химоподготовку и утилизацию (в соответствии с локальными актами организации)						
6.	Расходы, связанные со служебными командировками работников, непосредственно участвующих в реализации проекта						
7.	Прочие расходы, непосредственно связанные с реализацией Проекта <i>(не более 5% от размера гранта соответствующего года)</i>						
	Итого по годам	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ВСЕГО:							

Подпись руководителя организации⁶³, печать организации

(уполномоченного представителя, действующего на основании доверенности или распорядительного документа)

Подпись руководителя проекта

⁶³В случае подписания формы уполномоченным представителем организации (в т.ч. – руководителем филиала) к печатному экземпляру заявки прилагается копия распорядительного документа или доверенности, заверенная печатью организации.

Приложение к ФОРМЕ 8

к Приложению № 3

конкурсной документации на проведение открытого публичного конкурса на получение грантов Российского научного фонда по выполнению прикладных научных исследований по приоритетным направлениям научно-технологического развития Российской Федерации по направлению «Микроэлектроника»

Технико-экономическое обоснование расходов на реализацию проекта

Расшифровка и обоснование статей затрат за счет средств гранта

1. Затраты по статье «Расходы на оплату труда работников, непосредственно участвующих в реализации Проекта»

Затраты по статье «Расходы на оплату труда работников, непосредственно участвующих в реализации Проекта» в объеме _____ тыс. руб. связаны с оплатой труда работников, занятых в реализации Проекта, и определены на основании расчета трудоемкости исследовательских и производственных работ, планируемых в ходе реализации Проекта. При расчете затрат по статье значения средней заработной платы работников определяются на основе (указать источники полученной информации).

Результаты расчета плановой трудоемкости реализации проекта, затраты по статье «Расходы на оплату труда работников, непосредственно участвующих в реализации Проекта» и их расшифровка, а также дополнительные обоснования и расчеты приведены в Таблице 1.

Таблица 1

№№ этапов работ	Наименование работ	Продолжительность выполнения работ, месяц	Количество работников, чел.	Квалификация работников	Применяемый коэффициент	Средняя зарплата, тыс. руб./мес.	% рабочего времени, который тратят на выполнение работ по проекту	Оплата труда, тыс. руб.	Исполнитель работ
1	2	3	4	5	6	7	8	9=(3*4)*6*7*8	10
Этап 1								0,00	
1.1.									
Страховые отчисления с ФОТ			X	X	X	X	X		X
Этап 2								0,00	

2.1.									
Страховые отчисления с ФОТ			X	X	X	X	X		X
Этап 3								0,00	
3.1.									
Страховые отчисления с ФОТ			X	X	X	X	X		X
ИТОГО								0,00	

Дополнительные пояснения и расчеты к Таблице 1: _____.

2. Затраты по статьям «Расходы на приобретение специального оборудования для научных (экспериментальных) работ» и затраты по статье «Расходы на приобретение материалов и комплектующих»

Затраты по статье «Расходы на приобретение специального оборудования для научных (экспериментальных) работ» в объеме ____ тыс. руб. связаны с (указать _____).

Затраты по статье «Расходы на приобретение материалов и комплектующих» в объеме ____ тыс. руб. связаны с (указать _____). По данной статье допустимо в Таблице 2 группировать планируемые расходы – сырье, расходные материалы, комплектующие и т.д. - указывая общий объем и общее количество.

Результаты расчета и обоснование затрат по статьям «Расходы на приобретение специального оборудования для научных (экспериментальных) работ» и «Расходы на приобретение материалов и комплектующих» приведены в Таблице 2.

Таблица 2

№ п/п	Наименование	Единица измерения	Количество	Цена единицы, тыс. руб.	Сумма, тыс. руб.	Обоснование (в том числе указать значимость приобретения для реализации проекта)
1						
...						
ИТОГО					0,0	

Дополнительные пояснения и расчеты к Таблице 2: _____.

3. Затраты по статье «Расходы на оплату научно-исследовательских работ, выполняемых сторонними организациями»

Затраты по статье «Расходы на оплату научно-исследовательских работ, выполняемых сторонними организациями» в объеме ____ тыс. руб. связаны с (указать _____).

Результаты расчета затрат по статьям «Расходы на оплату научно-исследовательских работ, выполняемых сторонними организациями», а также дополнительные обоснования и расчеты приведены в Таблице 3.

Таблица 3

№ п/п	Наименование работ	Номер(а) этапа(ов) Плана-графика выполнения работ	Сроки выполнения работ, мес.гг – мес.гг	Сумма, тыс. руб.	Обоснование
Выполнение работ сторонними организациями					
1					
....					
ИТОГО:				0,00	

Дополнительные пояснения и расчеты к Таблице 3: _____.

4. Затраты по статье «Расходы на содержание (аренду) и эксплуатацию научно – исследовательского оборудования, установок и производственной инфраструктуры»

Затраты по статье «Расходы на содержание (аренду) и эксплуатацию научно – исследовательского оборудования, установок и производственной инфраструктуры» в объёме ____ тыс. руб. связаны с (указать _____).

Результаты расчета затрат по статье «Расходы на содержание (аренду) и эксплуатацию научно – исследовательского оборудования, установок и производственной инфраструктуры», а также дополнительные обоснования и расчеты приведены в Таблице 4.

Таблица 4

№ п/п	Содержание расходов	Сумма, тыс. руб.	Обоснование затрат
1			
...			
ИТОГО:		0,0	

Дополнительные пояснения и расчеты к Таблице 4: _____.

5. Затраты по статьям «Расходы, связанные со служебными командировками работников, непосредственно участвующих в реализации проекта» и «Прочие расходы, непосредственно связанные с реализацией Проекта»

Результаты расчета затрат по статье «Расходы, связанные со служебными командировками работников организации, непосредственно участвующих в реализации проекта», а также дополнительные обоснования и расчеты приведены в Таблице 5.

Таблица 5

№ п/п	Место командировки	Сумма, тыс. руб.	Обоснование затрат
----------	--------------------	---------------------	--------------------

1			
...			
ИТОГО:		0,0	

Дополнительные пояснения и расчеты к Таблице 5: _____.

Результаты расчета затрат по статье «Прочие расходы, непосредственно связанные с реализацией Проекта», а также дополнительные обоснования и расчеты приведены в Таблице 6.

Таблица 6

№ п/п	Содержание затрат	Сумма, тыс. руб.	Обоснование затрат
1			
...			
ИТОГО:		0,0	

Дополнительные пояснения и расчеты к Таблице 6: _____.

Подпись руководителя организации⁶⁴, печать организации

(уполномоченного представителя, действующего на основании доверенности или распорядительного документа)

Подпись руководителя проекта

⁶⁴В случае подписания формы уполномоченным представителем организации (в т.ч. – руководителем филиала) к печатному экземпляру заявки прилагается копия распорядительного документа или доверенности, заверенная печатью организации.

ФОРМА 9

к Приложению № 3

конкурсной документации на проведение открытого публичного конкурса на получение грантов Российского научного фонда по выполнению прикладных научных исследований по приоритетным направлениям научно-технологического развития Российской Федерации по направлению «Микроэлектроника»

Значение характеристик результата предоставления гранта

№	Характеристика результата	Единица измерения	Значение результата		
			Этап 1	Этап 2	Этап 3 (при наличии)
1	Количество выполненных работ и мероприятий на соответствующем этапе плана-графика выполнения работ по Проекту ⁶⁵	единица			
2	Количество результатов интеллектуальной деятельности, учтенных в ЕГИСУ НИОКТР	единица			
3	Количество созданных прототипов ЭКБ и/или разработанных образцов изделий, материалов, необходимых для производства ЭКБ ⁶⁶	единица			
4	Количество сформированных отчетов по ориентированному научному исследованию или прикладному научному исследованию в ЕГИСУ НИОКТР	единица	1	1	1
5	Объем средств, привлеченных для софинансирования реализации Проекта на соответствующем этапе ⁶⁷	Тыс. руб.			

Подпись руководителя организации-Участник конкурса⁶⁸, печать организации

(уполномоченного представителя, действующего на основании доверенности или распорядительного документа)

⁶⁵ Должно соответствовать количеству работ и мероприятий на соответствующем этапе плана-графика выполнения работ по Проекту, указанных в ФОРМЕ 7 Приложения № 3

⁶⁶ Должно соответствовать количеству видов прототипов, указанных в пункте 11.1 Лота Приложения № 2

⁶⁷ Должно соответствовать объему софинансирования, указанному в пункте 5 Лота Приложения № 2

⁶⁸ В случае подписания формы уполномоченным представителем организации (в т.ч. – руководителем филиала) к печатному экземпляру заявки прилагается копия распорядительного документа или доверенности, заверенная печатью организации.

Подпись руководителя проекта