

# конкурсная документация

**на проведение открытого публичного конкурса  
на получение грантов Российского научного  
фонда по направлению «Микроэлектроника»  
стратегических инициатив Президента  
Российской Федерации  
в научно – технологической сфере**

## Оглавление

Конкурсная документация на проведение открытого публичного конкурса на получение грантов Российского научного фонда по направлению «Микроэлектроника» стратегических инициатив Президента Российской Федерации в научно – технологической сфере .....	3
Приложение № 1 к конкурсной документации.....	18
Лот № 1 .....	18
Лот № 2 .....	24
Лот № 3 .....	30
Лот № 4 .....	37
Лот № 5 .....	46
Лот № 6 .....	53
Лот № 7 .....	63
Лот № 8 .....	68
Лот № 9 .....	73
Лот № 10 .....	81
Лот № 11 .....	86
Лот № 12 .....	99
Приложение № 2 к конкурсной документации.....	104
Форма Титульный лист заявки в Российский научный фонд .....	104
ФОРМА 1.....	106
ФОРМА 2.....	108
ФОРМА 3.....	110
ФОРМА 4.....	113
ФОРМА 5.....	115
ФОРМА 6.....	117
Приложение А.....	118
Шаблон технического задания при выборе Проекта, направленного на исследование новых технологий изготовления изделий ЭКБ.....	118
Шаблон технического задания при выборе Проекта, направленного на исследование новых материалов для производства изделий ЭКБ.....	126
Шаблон технического задания при выборе Проекта, направленного на исследование новых систем автоматизированного проектирования (САПР) ЭКБ.....	134
Приложение Б.....	144
ПЛАН – ГРАФИК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ ПО ПРОЕКТУ .....	144
Приложение В .....	146
СМЕТА РАСХОДОВ.....	146
ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ РАСХОДОВ НА РЕАЛИЗАЦИЮ ПРОЕКТА .....	148

**Конкурсная документация на проведение открытого публичного конкурса на получение грантов Российского научного фонда по направлению «Микроэлектроника» стратегических инициатив Президента Российской Федерации в научно – технологической сфере**

1. Конкурс на получение грантов Российского научного фонда по мероприятиям: «Проведение ориентированных научных исследований в рамках стратегических инициатив Президента Российской Федерации в научно – технологической сфере» и «Проведение прикладных научных исследований в рамках стратегических инициатив Президента Российской Федерации в научно – технологической сфере» (далее – конкурс, грант, мероприятия) проводится по направлению «Микроэлектроника» стратегических инициатив Президента Российской Федерации в научно – технологической сфере 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, по решению правления Российского научного фонда (далее – Фонд, Проект) (протокол № 20 от 24.07.2023).

2. Источником грантов Фонда является имущество Фонда.

3. Понятия, которые используются в конкурсной документации:

**Организация-Заказчик технологического предложения** – организация, победитель конкурсного отбора технологических предложений по направлению «Микроэлектроника» стратегических инициатив Президента Российской Федерации в научно – технологической сфере (протокол правления Фонда № 17 от 27.06.2023) (далее – технологическое предложение);

**Организация-Участник конкурса** – организация которая подала заявку на участие в конкурсе;

**Организация-Исполнитель** – организация, которая является победителем публичного конкурса;

**Договор НИР** – договор, заключенный между организацией-Заказчиком технологического предложения и организацией-Исполнителем с целью реализации Проекта.

4. Реализация мероприятий направлена на практическое применение новых знаний, формирование научных, технологических, конструкторских заделов, обеспечивающих освоение производств перспективных изделий в рамках стратегических инициатив Президента Российской Федерации в научно-технологической сфере. В ходе реализации Проекта должно быть достигнуто решение конкретной технической или технологической задачи в рамках технологического предложения и (или) получены новые знания в целях их последующего практического применения, формирования научно-практического задела в разработке перспективных технологий в критически значимых направлениях стратегических инициатив Президента Российской Федерации в научно-технологической сфере.

5. В конкурсе может принимать участие юридическое лицо, образованное в соответствии с законодательством Российской Федерации, учредительными документами которого предусмотрена возможность проведения, выполнения научных исследований и разработок, а также не являющееся иностранным

юридическим лицом и местом регистрации которого не является территория, включенная в утвержденный Министерством финансов Российской Федерации перечень государств и территорий, используемых для промежуточного (офшорного) владения активами в Российской Федерации.

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

7. Конкурс проводится по 12 лотам:

7.1. Лот № 1, тема: «Разработка специальных подложек кубического карбида кремния на кремнии (3C-SiC/Si) для роста транзисторных гетероструктур Ga(Al)N с высокой подвижностью носителей заряда (HEMT)».

7.2. Лот № 2, тема: «Исследование и моделирование конструкции транзисторных наногетероструктур типа AlGaN/GaN на подложках кремния и специальных подложках кубического карбида кремния на кремнии (3C-SiC/Si)».

7.3. Лот № 3, тема: «Исследование и разработка аналого-цифровой СБИС в специализированном корпусе для МЭМС-микрофона».

7.4. Лот № 4, тема: «Разработка технологии МОС-гидридной эпитаксии полупроводниковых гетероструктур лазерных источников для гетерогенной интеграции Si/A3B5».

7.5. Лот № 5, тема: «Разработка программных средств системы автоматизированного проектирования ЭКБ для создания ячеек энергонезависимой памяти на основе технологий ReRAM, FeRAM, MRAM».

7.6. Лот № 6, тема: «Доработка критических элементов технологии в целях организации серийного производства бескорпусных GaAs СВЧ МИС с проектной нормой до 0,25 мкм для радиоаппаратуры систем навигации, телекоммуникации и радиолокации диапазона частот до 40ГГц15».

7.7. Лот № 7, тема: «Создание программного обеспечения для автоматизации проектирования и программирования гетерогенных реконфигурируемых интегральных схем».

7.8. Лот № 8, тема: «Разработка ПАВ для безметального проявителя, используемого в процессах фотолитографии с проектными нормами 180 – 90 нм и ниже, и освоение его микротоннажного производства».

7.9. Лот № 9, тема: «Разработка библиотеки топологий и моделей стандартных элементов и их апробация с целью создания методологии согласования импедансов мощных бескорпусных AlGaN СВЧ-транзисторов с проектной нормой до 0,5 мкм при проектировании аппаратуры систем навигации, телекоммуникации и радиолокации L-, S- и C-диапазонов».

7.10. Лот № 10, тема: «Разработка технологического процесса формирования эпитаксиальных слоев германия для рiп диодов (фотодетекторов) на длину волны 1,31 мкм, сопряженных с кремниевой волноводной структурой».

7.11. Лот № 11, тема: «Разработка и внедрение технологии аттестации сверх чистых химических материалов для технологии микроэлектроники с проектными нормами от 65 нм».

7.12. Лот № 12, тема: «Разработка технологического процесса флип-чип монтажа кристаллов с алюминиевой металлизацией на интерпозер, подложку, корпус».

8. Технические требования (исходные данные)<sup>1</sup> организаций–Заказчиков технологических предложений к Проектам указаны в Приложение № 1 к конкурсной документации.

9. Гранты на реализацию Проекта предоставляются организациям–Исполнителям на безвозмездной и безвозвратной основе по результатам конкурса на условиях, установленных Фондом<sup>2</sup>.

9.1. Размер гранта по лоту № 1 составляет до 90 000,0 тыс. руб., в том числе: на 2023 год – до 30 000,0 тыс. руб., на 2024 год – до 30 000,0 тыс. руб., на 2025 год – до 30 000,0 тыс. руб.;

9.2. Размер гранта по лоту № 2 составляет до 30 000,0 тыс. руб., в том числе: на 2023 год – до 10 000,0 тыс. руб., на 2024 год – до 10 000,0 тыс. руб., на 2025 год – до 10 000,0 тыс. руб.;

9.3. Размер гранта по лоту № 3 составляет до 90 000,0 тыс. руб., в том числе: на 2023 год – до 30 000,0 тыс. руб., на 2024 год – до 30 000,0 тыс. руб., на 2025 год – до 30 000,0 тыс. руб.;

9.4. Размер гранта по лоту № 4 составляет до 90 000,0 тыс. руб., в том числе: на 2023 год – до 30 000,0 тыс. руб., на 2024 год – до 30 000,0 тыс. руб., на 2025 год – до 30 000,0 тыс. руб.;

9.5. Размер гранта по лоту № 5 составляет до 90 000,0 тыс. руб., в том числе: на 2023 год – до 30 000,0 тыс. руб., на 2024 год – до 30 000,0 тыс. руб., на 2025 год – до 30 000,0 тыс. руб.;

9.6. Размер гранта по лоту № 6 составляет до 60 000,0 тыс. руб., в том числе: на 2023 год – до 30 000,0 тыс. руб., на 2024 год – до 30 000,0 тыс. руб.;

9.7. Размер гранта по лоту № 7 составляет до 90 000,0 тыс. руб., в том числе: на 2023 год – до 30 000,0 тыс. руб., на 2024 год – до 30 000,0 тыс. руб., на 2025 год – до 30 000,0 тыс. руб.;

9.8. Размер гранта по лоту № 8 составляет до 90 000,0 тыс. руб., в том числе: на 2023 год – до 30 000,0 тыс. руб., на 2024 год – до 30 000,0 тыс. руб., на 2025 год – до 30 000,0 тыс. руб.;

9.9. Размер гранта по лоту № 9 составляет до 60 000,0 тыс. руб., в том числе: на 2023 год – до 30 000,0 тыс. руб., на 2024 год – до 30 000,0 тыс. руб.;

9.10. Размер гранта по лоту № 10 составляет до 60 000,0 тыс. руб., в том числе: на 2023 год – до 30 000,0 тыс. руб., на 2024 год – до 30 000,0 тыс. руб.;

9.11. Размер гранта по лоту № 11 составляет до 90 000,0 тыс. руб., в том числе: на 2023 год – до 30 000,0 тыс. руб., на 2024 год – до 30 000,0 тыс. руб., на 2025 год – до 30 000,0 тыс. руб.;

9.12. Размер гранта по лоту № 12 составляет до 30 000,0 тыс. руб., в том числе: на 2023 год – до 10 000,0 тыс. руб., на 2024 год – до 10 000,0 тыс. руб., на 2025 год – до 10 000,0 тыс. руб.

10. Для реализации Проекта организация–Заказчик технологического предложения, заинтересованная в результатах Проекта вправе предоставить<sup>3</sup>

---

<sup>1</sup>Научно-техническая документация (стандарты), а также регламентирующая выполнение поставленных организацией-Заказчиком технологического предложения при выполнении работ, должна быть актуальной и действующей в отрасли.

<sup>2</sup>Порядок перечисления средств гранта организации-Исполнителю устанавливается Фондом при заключении соглашения о предоставлении гранта.

<sup>3</sup>Софинансирование может предоставляться на любом этапе реализации Проекта.

софинансирование<sup>4</sup>. В случае предоставления софинансирования его объем<sup>5</sup> должен составлять не менее – 5 (пяти)% от размера гранта. Соответствующая информация указывается организацией-Заказчиком технологического предложения в Приложение № 1.

Под софинансированием понимается использование для реализации Проекта активов (денежных средств, материальных запасов, основных средств и нематериальных активов) организации-Заказчика технологического предложения полученных им из внебюджетных источников<sup>6</sup>, от приносящей доход деятельности (в случае использования денежных средств) или созданных (приобретенных) за счёт средств из внебюджетных источников материальных запасов, основных средств и нематериальных активов.

Объем софинансирования по Проекту включает учтенные в отчетном периоде и направленные на реализацию работ (мероприятий), предусмотренных планом–графиком выполнения работ по Проекту (Приложение Б к Приложению № 2 конкурсной документации):

затраты (расходы) организации-Заказчика технологического предложения, при использовании денежных средств, полученных из внебюджетных источников;

стоимость использованных материальных запасов организации-Заказчика технологического предложения, созданных (приобретенных) за счет средств из внебюджетных источников;

суммы начисленной амортизации по использованным объектам основных средств и нематериальных активов организации-Заказчика технологического предложения, созданных (приобретенных) за счет средств из внебюджетных источников;

затраты организации-Заказчика технологического предложения на выполнение одной или нескольких работ, предусмотренных планом–графиком выполнения работ по Проекту (Приложение Б к Приложению № 2 конкурсной документации) в качестве работ, выполняемых за счет средств из внебюджетных источников.

11. 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 гранта, об обеспечении софинансирования, а также в случаях выявления нецелевого или неправомерного использования гранта.

12. Гранты предоставляются на финансовое обеспечение следующих расходов:

а) оплата труда работников, связанных с реализацией Проекта, в том числе

---

<sup>4</sup>Фонд не вправе перечислять средства гранта на очередной календарный год до момента поступления в Фонд документов, подтверждающих наличие софинансирования, при условии наличия софинансирования в текущем периоде.

<sup>5</sup>Планируемый объем софинансирования указывается в пункте 1.12 формы 1 Приложения № 2.

<sup>6</sup>Не признаются средствами софинансирования из внебюджетных источников:

средства субсидии на финансовое обеспечение государственного (муниципального) 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 и других инструментов государственной поддержки.



административно-управленческого персонала (не более 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 в целях осуществления 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 в целях осуществления Проекта (сырье, расходные материалы, полуфабрикаты, (в т.ч. полупроводниковые пластины, эпитаксиальные структуры, фотшаблоны, фоторезисты, сверхчистые газы и химические материалы, прекурсоры, мишени и т.п); приобретение (изготовление) специальной измерительной и технологической оснастки;

г) расходы на оплату научно-исследовательских работ, выполняемых сторонними организациями в рамках реализации Проекта (не более 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, деионизованную 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 5 % от размера гранта).

13. Проект, в соответствии с техническими требованиями (исходными данными) организаций-Заказчиков технологических предложений согласно Приложение № 1 к конкурсной документации, должен завершаться предоставлением лабораторного или макетного образца (прототипа) и (или) получением новых конструктивных (технологических) решений, экспериментальных образцов, законченного испытания, разработки, которые внедрены или могут быть внедрены в общественную практику, и представлены в форме отчета, эскизного образца, конструкторской или технологической документации на научно-техническую продукцию, натурального образца (прототипа), или в отдельных случаях, может быть предусмотрено представление одобренного организацией-Заказчиком технологического предложения технического задания на

проведение опытно-конструкторской работы, предусматривающей разработку рабочей конструкторской и технологической документации (литера О1 и выше).

14. Количество Проектов, финансирование которых осуществляется Фондом через одну организацию-Исполнителя, не ограничивается.

15. Проект в организации-Исполнителе реализуется (выполняется) коллективом (далее - коллектив Проекта), возглавляемым руководителем Проекта<sup>7</sup> (далее – руководитель Проекта), состоящими на время реализации Проекта в трудовых отношениях с организацией-Исполнителем.

16. Руководитель Проекта 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 должен иметь опыт проведения прикладных научных исследований, опытно-конструкторских и технологических работ, опытно – конструкторских разработок в период с 1 января 2018 года до даты подачи заявки.

17. Руководитель Проекта не может являться:

лицом, лишенным<sup>8</sup> права осуществления руководством проектами на определенный срок вследствие его отказа от руководства ранее поддержанным проектом Фонда и/или вследствие досрочного прекращения ранее поддержанного проекта Фонда по решению правления Фонда;

председателем, заместителем председателя и координатором секций научно-технологического совета Фонда (далее – НТС РФ), к компетенции которого относится проведение конкурса.

18. Не допускается представление в Фонд Проекта, аналогичного по содержанию проекту<sup>9</sup>, одновременно поданному на конкурсы Фонда, иных научных фондов или организаций, либо реализуемому в настоящее время за счет средств фондов или организаций<sup>10</sup>, 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.

19. 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.

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

сделать результаты своих работ по Проекту применимыми при разработке научно-технической продукции организации-Заказчика технологического

---

<sup>7</sup>В первый год реализации Проекта замена руководителя Проекта возможна только в силу значимых обстоятельств: смерть, тяжелая болезнь, признание без вести пропавшим, признание недееспособным, беременность и роды. Кандидатура нового руководителя Проекта должна соответствовать условиям настоящей конкурсной документации, применяемым на дату предложения о замене.

<sup>8</sup>Перечень оснований для лишения права осуществлять руководство проектами представлен на сайте Фонда [www.rscf.ru](http://www.rscf.ru) в подразделе «Отдельные решения попечительского совета» раздела «Документы».

<sup>9</sup>Проекты, аналогичные по целям, задачам, объектам, предметам и методам исследований, а также ожидаемым результатам.

<sup>10</sup>За исключением организаций, предоставивших софинансирование по Проекту.



предложения в соответствии с техническими требованиями (исходными данными), указанными в Приложение № 1 к настоящей конкурсной документации;

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;

при обнародовании результатов Проекта, необходимо указать на получение финансовой поддержки от Фонда, а при наличии софинансирования организации-Заказчика технологического предложения - также о привлечении ее средств;

согласиться с опубликованием Фондом кратких 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, 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.

21. Заявка на конкурс представляется через информационно-аналитическую систему Фонда (далее – ИАС) в соответствии с заключенным соглашением между Фондом и организацией-Участником конкурса о признании простой электронной подписи равнозначной собственноручной подписи (далее – соглашение об ЭП).

Заявка на конкурс должна быть представлена в виде электронного документа, подписанного через ИАС простой электронной подписью руководителя 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).

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

22. Заявка на конкурс представляется по формам в соответствии с Приложение № 2 к настоящей конкурсной документации.

Заявка на конкурс представляется в Фонд на русском языке.

23. Заявка на конкурс должна быть зарегистрирована в ИАС уполномоченным представителем организации-Участника конкурса не позднее 17 часов 00 минут (по московскому времени) 23 августа 2023 года.

24. К конкурсу не допускаются заявки:

оформленные и/или поданные в Фонд с нарушением требований пунктов 22, 23 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 конкурсной документации;

информация в которых не соответствует требованиям пунктов 5, 9, 10, 15, 16, 17, 18, 20 настоящей конкурсной документации.

25. 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) дней после извещения Фонда через ИАС о недопуске заявки к конкурсу представить в Фонд письменные возражения.

26. Организация-Участник конкурса вправе отозвать поданную на конкурс заявку в срок до 5 дней до даты окончания приема заявок путем отзыва ее простой электронной подписи в ИАС.<sup>11</sup>

27. Организация-Участник конкурса вправе представить изменения к поданной на конкурс заявке только в форме ее отзыва в соответствии с пунктом 26 настоящей конкурсной документации и представления на конкурс новой заявки в установленные сроки.

28. Результаты конкурса утверждаются правлением Фонда в срок по 25 сентября 2023 года включительно.

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

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

31. В течение 15 рабочих дней с даты утверждения результатов конкурса организациям-Исполнителям направляются через ИАС для оформления и подписания тексты соглашений о предоставлении гранта на «Проведение ориентированных научных исследований в рамках стратегических инициатив Президента Российской Федерации в научно-технологической сфере» и «Проведение прикладных научных исследований в рамках стратегических инициатив Президента Российской Федерации в научно-технологической сфере», заключаемых между Российским научным фондом, организацией-Исполнителем, руководителем Проекта и организацией-Заказчиком технологического предложения (далее – соглашение) предусматривающие:

31.1. Права и обязанности Фонда, в том числе:

1) осуществлять, в том числе с привлечением сторонних организаций, мониторинг реализации Проекта и контроль, в том числе в форме проверок, за исполнением организацией-Исполнителем, руководителем Проекта, организацией-Заказчиком технологического предложения обязательств, предусмотренных соглашением, а также техническую оценку с целью изучения лабораторно-производственной базы и/или технологических площадок, которые используются для реализации Проекта, и/или осуществление экспертизы, испытаний или сертификации результатов (промежуточных результатов) выполнения Проекта;

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

---

<sup>11</sup>В соответствии с соглашением по ЭП путем направления соответствующего обращения в Фонд на адрес электронной почты [report@rscf.ru](mailto:report@rscf.ru).

выполнения Проекта;

3) участвовать в комиссии организации-Заказчика технологического предложения по приемке этапа выполнения работ по договору, заключенному между организацией-Исполнителем Проекта и организацией-Заказчиком технологического предложения на выполнение НИР (далее - договор НИР) в целях реализации Проекта;

4) участвовать в научно-техническом совете (секции), созданном организацией-Исполнителем, для рассмотрения результатов, полученных на этапе выполнения работ по договору НИР и разработанной отчетной научно-технической документации, в целях реализации Проекта;

5) участвовать в предусмотренных техническим заданием испытаниях объектов экспериментальных исследований;

6) перечислять грант на счет организации-Исполнителя в установленном порядке;

7) приостанавливать реализацию Проекта и/или перечисление средств гранта.

31.2. Права и обязанности организации-Исполнителя, в том числе:

1) заключить договор НИР с организацией-Заказчиком технологического предложения;

2) выполнить работы в соответствии с требованиями, предъявляемыми к работам, включая параметры, определяющие качественные и количественные характеристики работ, требованиями к отчетной научно-технической документации, установленными в техническом задании к договору НИР в объеме, установленном планом-графиком выполнения работ по Проекту, содержащим последовательность и сроки выполнения работ;

3) с момента начала реализации Проекта вести отдельный учет расходов на реализацию Проекта из средств гранта и средств софинансирования (при наличии), позволяющего однозначно определить источник финансирования произведенных расходов, в том числе по участкам работ, производственного процесса, функционала в рамках реализации Проекта;

4) расходовать средства гранта и средства софинансирования на реализацию Проекта в соответствии с требованиями нормативных актов Российской Федерации, целями и задачами Проекта, определенными техническим заданием и планом-графиком выполнения работ по Проекту;

5) согласовать предложения с организацией-Заказчиком технологического предложения по внесению изменений в техническое задание и/или план-график выполнения работ по Проекту, в целях реализации Проекта;

6) разработать и согласовать с организацией-Заказчиком технологического предложения план совместных работ на выполнение договора НИР (или другой планирующий документ), в котором будут отражены:

перечень планируемых мероприятий (в том числе изготовления и испытания на всех этапах выполнения договора НИР, включая соисполнителей);

сроки выполнения;

ответственные исполнители;

места проведения;

вид отчетного документа;

организация разрабатывающая, согласующая и утверждающая отчетный документ.

7) направить в течение 30 рабочих дней с даты подписания соглашения о предоставлении гранта заверенную копию, утвержденного экземпляра плана совместных работ на выполнение договора НИР в адрес Фонда;

8) ежеквартально не позднее 10-го числа первого месяца квартала, следующего за отчетным, предоставлять в Фонд информацию о ходе выполнения Проекта и проблемных вопросах, возникших при выполнении Проекта;

9) согласовать с организацией-Заказчиком технологического предложения программы и методики испытаний, проводимых при оценке выполнения работ по договору НИР, для проверки соответствия требованиям технического задания, с предоставлением заверенной копии экземпляра утвержденных программ и методик испытаний в адрес Фонда до начала проведения испытаний для подготовки участия в них. Заблаговременно уведомлять представителя Фонда о планируемом времени начала испытаний и месте их проведения. После оформления результатов проведенных испытаний в течение 10 календарных дней направлять заверенную копию акта (протоколов) в адрес Фонда;

10) создать научно-технический совет (секцию), для рассмотрения результатов, полученных на этапе выполнения работ по договору НИР, и разработанной отчетной научно-технической документации, в целях реализации договора НИР, в составе которого предусмотреть участие представителей организации-Заказчика технологического предложения и Фонда;

11) участвовать в комиссии по приемке этапа (работы в целом) выполнения работ по договору НИР организации-Заказчика технологического предложения в целях реализации Проекта;

12) обеспечить на весь период реализации Проекта наличие трудового договора с руководителем Проекта, исключающего возможность дистанционной работы;

13) предоставить коллективу Проекта необходимое помещение, оборудование, а также доступ к имеющейся экспериментальной базе для осуществления прикладных научных исследований, опытно-конструкторских разработок;

14) урегулировать с организацией-Заказчиком технологического предложения передачу организации-Заказчику технологического предложения результатов научно-технической деятельности (охраноспособных результатов интеллектуальной деятельности)<sup>12</sup>, созданных/полученных в рамках договора НИР в целях реализации Проекта с организацией-Заказчиком технологического предложения для дальнейшего использования результатов работы на территории Российской Федерации;

15) обеспечить 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, размещение в соответствующей информационной системе требуемых сведений (информации, отчетов и иных документов) и предварительно

---

<sup>12</sup> В соответствии со статьей 1225 Гражданского кодекса Российской Федерации

согласовать с организацией-Заказчиком технологического предложения объем, раскрываемых сведений;

16) 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;

17) в случае публикации результатов любой научной работы, как организацией-Исполнителем, так и третьими лицами, привлекаемыми для выполнения Проекта, выполняемой (выполненной) в рамках реализуемого Проекта, предварительно согласовать с организацией-Заказчиком технологического предложения и Фондом содержание публикуемой информации;

18) осуществлять мониторинг и контроль за ходом реализации Проекта. При выявлении невозможности или нецелесообразности выполнения работ по Проекту представлять организации-Заказчику технологического предложения и Фонду обоснованное заключение о невозможности или нецелесообразности дальнейшего выполнения работ;

19) обеспечить по требованию Фонда, организации-Заказчика технологического предложения доступ представителей Фонда и организации-Заказчика технологического предложения к месту проведения работ по реализации Проекта;

20) устранить своими силами и за свой счет в установленные сроки организацией-Заказчиком технологического предложения, допущенные по своей вине в выполненных работах недостатки, а также ошибки в расчетах и аналитических выводах, которые могут повлечь или повлекли несоблюдение требований технического задания и/или календарного плана;

21) назначить руководителя Проекта (научного руководителя).

31.3. Права и обязанности организации-Заказчика технологического предложения, в том числе:

1) обязанность по заключению договора НИР с организацией-Исполнителем;

2) в техническом задании к договору НИР установить требования к работам, подлежащие выполнению организацией-Исполнителем, в плане-графике выполнению работ установить сроки и последовательность выполнения работ;

3) осуществить приемку выполненных работ в соответствии с требованиями, предъявляемыми к работам, включая параметры, определяющие качественные и количественные характеристики работ, требования к отчетной научно-технической документации установленными в Техническом задании к договору НИР с организацией-Исполнителем в объеме, установленном планом-графиком выполнения работ по Проекту, содержащим последовательность и сроки выполнения работ;

4) обеспечить софинансирование Проекта в соответствии с Планом-графиком выполнения работ по Проекту;

5) вести аналитический учет с момента начала и в течение всего срока реализации Проекта расходов на реализацию Проекта из средств софинансирования (при его наличии), позволяющий однозначно определить источник финансирования произведенных расходов, в том числе по участкам работ, производственного процесса, функционала в рамках реализации Проекта;



б) 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;

7) обеспечивать (при необходимости) совместное с организацией-Исполнителем участие иных организаций для технологического сопровождения реализации Проекта в области проведения испытаний, сертификации, метрологического обеспечения, аттестации, получения разрешений, стандартизации, с определением их функций в реализации Проекта;

8) по итогам реализации Проекта утвердить предварительный перечень работ по дальнейшему внедрению (промышленному освоению) результатов Проекта с возможностью последующего внесения изменений (уточнений) по итогам проведения испытаний, сертификации, метрологического обеспечения, аттестации, получения разрешений, стандартизации, о чем проинформировать Фонд;

9) согласовать план совместных работ на выполнение договора НИР (или другой планирующий документ);

10) ежеквартально не позднее 10-го числа первого месяца квартала, следующего за отчетным, предоставлять в Фонд информацию о ходе выполнения Проекта и проблемных вопросах, возникших при выполнении Проекта;

11) обеспечить доступ представителю Фонда к месту проведения работ по реализации Проекта;

12) согласовать программы и методики испытаний, участвовать в испытаниях и оформлении результатов по их проведению;

13) участвовать в научно-техническом совете (секции) созданной организацией-Исполнителем, для рассмотрения результатов, полученных на этапе выполнения работ по договору НИР и разработанной отчетной научно-технической документации;

14) организовать комиссию по приемке этапа выполненных работ (и работы в целом) по договору НИР, в составе которой предусмотреть участие представителей Фонда. При необходимости в состав комиссии включить представителей органов государственного надзора;

15) предоставить возможность организации-Исполнителю проведения испытаний на своих технологических (производственных) мощностях (при наличии);

16) в течение 5 лет после завершения Проекта ежегодно предоставлять в Фонд отчетную информацию о практическом применении (внедрении) результатов Проекта по форме, установленной Фондом.

31.4. Права и обязанности руководителя Проекта, в том числе:

1) обеспечивать реализацию работ по выполнению Проекта в полном объеме и в установленные сроки в соответствии соглашением;

2) представлять отчет о выполнении Проекта организации-Исполнителю;

3) нести ответственность за технический уровень результатов работы по Проекту;

4) координировать работы в ходе выполнения Проекта в соответствии с соглашением;

5) 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;

б) подписывать техническое задание, программу испытаний, проводимых при приемке результатов реализации и/или выполнения Проекта, которая предусматривает испытания для проверки соответствия результатов Проекта требованиям технического задания, при выполнении Проекта.

31.5. Согласие организации-Исполнителя на осуществление органами государственного финансового контроля обязательных проверок соблюдения получателем гранта условий, целей и порядка его предоставления.

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

32. К соглашению должны быть приложены:

техническое задание на выполнение ориентированных/прикладных научных исследований в рамках технологического предложения по Проекту;

план-график выполнения работ по Проекту;

смета расходов.

33. 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 и Критериями конкурсного отбора научных, научно-технических программ и проектов, предусматривающих проведение ориентированных и /или прикладных научных исследований, опытно-конструкторских работ, опытно-конструкторских разработок, представленных на конкурс Фонда<sup>13</sup>.

34. С целью оценки ресурсной возможности выполнения Проектов по реализации технологических предложений, предложений по организации выполнения работ в рамках Проекта, в том числе обоснованности уровня финансово-экономического обеспечения Проектов, проверки объективности поданных в заявке сведений организации-Исполнителя, НТС РФ привлекает организацию-Заказчика технологического предложения для ознакомления с заявками конкурса по реализации технологического предложения и представления своего мнения в письменном виде в НТС РФ.

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

36. Фонд не вправе заключать соглашение с организацией-Исполнителем, руководитель Проекта которого изменен по сравнению с заявкой подданной на конкурс и прошедшей экспертизу.

37. Проект соглашения, подписанный руководителем организации-Исполнителя, руководителем Проекта, руководителем организации-Заказчика технологического предложения либо мотивированный отказ от подписания соглашения должны быть представлены в Фонд в течение 15 рабочих дней с даты получения его через ИАС.

38. Печатный экземпляр заявки (включая дополнительные материалы к

<sup>13</sup>Документы опубликованы в сети «Интернет» по адресу <http://rscf.ru/ru/documents>.

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.

39. 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.

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

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

42. Российская Федерация может<sup>14</sup> использовать для государственных нужд РИД, созданные за счет средств гранта при выполнении Проекта<sup>15</sup>, на условиях безвозмездной простой (неисключительной) лицензии, предоставленной правообладателем государственному заказчику, с выплатой государственным заказчиком вознаграждения авторам РИД.

Выплата государственным заказчиком автору (авторам) за использование РИД в рамках лицензионного и (или) сублицензионного договоров осуществляется ежегодно, исчисляя с даты заключения лицензионного договора, в течение месяца после истечения каждого года.

Вознаграждение выплачивается каждому автору РИД и должно быть не менее средней заработной платы по Российской Федерации за календарный год, предшествующий выплате вознаграждения, определяемой по данным Федеральной службы государственной статистики. В случае использования РИД по нескольким сублицензионным договорам такое вознаграждение выплачивается по каждому из сублицензионных договоров<sup>16</sup>.

43. Права на РИД определяются договором, заключаемым между организацией-Заказчиком технологического предложения и организацией-

---

<sup>14</sup>Урегулирование с организацией-Заказчиком технологическими предложениями вопросов, связанных с исполнением настоящего пункта, обеспечивает организация-Исполнитель.

<sup>15</sup>В 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).

<sup>16</sup>В соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 06.09.2014 № 914.

Исполнителем<sup>17</sup>.

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

45. Оплата научно-исследовательских работ сторонних организаций не может превышать 30 процентов от размер гранта<sup>18</sup>.

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

---

<sup>17</sup>Распределение 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.

<sup>18</sup>Стоимость и состав работ сторонних организаций организация-Исполнитель согласовывает с организацией-Заказчиком технологического предложения.

**Приложение № 1 к конкурсной документации**  
на проведение открытого публичного конкурса на  
получение грантов Российского научного фонда по  
направлению «Микроэлектроника» стратегических  
инициатив Президента Российской Федерации в  
научно – технологической сфере

Лот № 1

Технические требования (исходные данные) организации-Заказчика  
технологического предложения Проекта № 1

**1. Код классификатора по направлению «Микроэлектроника»**

11-221, 11-211

**2. Наименование технологического предложения.**

Разработка специальных подложек кубического карбида кремния на кремнии (3C-SiC/Si) для роста транзисторных гетероструктур Ga(Al)N с высокой подвижностью носителей заряда (HEMT).

**3. Организация-Заказчик технологического предложения.**

Акционерное общество «Эпиэл» (АО «Эпиэл»).

**4. Наименование проекта и вид научных исследований.**

4.1. Разработка специальных подложек кубического карбида кремния на кремнии (3C-SiC/Si) для роста транзисторных гетероструктур Ga(Al)N с высокой подвижностью носителей заряда (HEMT).

4.2. Проект предусматривает проведение прикладных научных исследований.

**5. Задачи выполнения проекта.**

5.1 Проведение патентных исследований по тематике формирования кубического карбида кремния на монокристаллическом кремнии.

5.2 Моделирование конструкции гетероструктуры GaN на спецподложке 3C-SiC/Si.

5.3 Проведение теоретических исследований вопросов по созданию материала с заданными показателями.

5.4 Разработка комплекта документов на технологический процесс изготовления спецподложек 3C-SiC/Si.

5.5 Разработка программы и методик предварительных испытаний экспериментальной партии материала.

5.6 Разработка проекта спецификации на материал.

5.7 Разработка программы и методик приемочных испытаний опытной партии материала.

5.8 Изготовление опытной партии материала под контролем комиссии по приемке Заказчика.

5.9 Проведение приемочных испытаний опытной партии материала.

5.10 Проведение по результатам приемочных испытаний корректировки (при необходимости) комплектов конструкторской и технологической документации (далее – КД и ТД) на процесс изготовления материала, присвоение комплектам литеры «Э».

5.11 Согласование и утверждение спецификации и технических требований на материал.

**6. Технические требования к разрабатываемому материалу.**

6.1. Требования к показателям назначения.

В итоге реализации проекта должны быть разработаны специальные подложки

кубического карбида кремния на кремнии (3C-SiC/Si), предназначенные для последующего использования в процессе роста транзисторных гетероструктур Ga(Al)N с высокой подвижностью носителей заряда (HEMT).

Основные характеристики спецподложек 3C-SiC/Si указаны в таблице 1.

Таблица 1

Параметр		Требования
<b>1. Параметры подложки кремния (Si)</b>		
1.1	Метод роста	Cz
1.2	Ориентация	(111)
1.3	Ориентация рабочей поверхности	Ориентация (111) $\pm 1^\circ$
1.3	Толщины подложки	525-950 $\pm$ 15 $\mu$ m
1.4	Тип проводимости	p (Бор)
1.5	Удельное сопротивление, центр	7-13 $\Omega$ ·см
1.6	Диаметр	100 мм 150 мм
<b>2. Параметры слоя кубического карбида кремния (3C-SiC)</b>		
2.1	Материал	SiC
2.2	Политип	3C
2.3	Ориентация	(111) $\pm 1^\circ$
2.4	Дифрактометрия 3C-SiC (111) $\theta$ -2 $\theta$ геометрия	Четкий интенсивный пик фазы 3C-SiC (111) в диапазоне углов $2\theta$ 30-60° Отсутствие пиков других фаз 3C-SiC в указанном диапазоне
2.5	Тип проводимости	Undoped
2.6	Толщина	1-100 нм (уточняется в ходе работ)
2.7	Разброс толщины слоя	10 % max ( $\sigma$ /mean)
2.8	Тип поверхности	Si-face
<b>3. Послеростовые параметры рабочей поверхности</b>		
3.1	Шероховатость (RMS, Rq)	$\leq 1$ нм
3.2	Прогиб диаметральный	Не более $\pm 15$ $\mu$ m
<b>4. Послеростовой контроль рабочей поверхности</b>		
4.1	Загрязнения	Нет
4.2	Матовость	Нет
4.3	Сколы и царапины	Нет
4.4	Ямки	Нет
4.5	Трещины	Нет
4.6	Эпитаксиальные дефекты	Нет
<b>5. Послеростовой контроль обратной поверхности</b>		
5.1	Загрязнения	Нет

В качестве целевых параметров ставятся:

- диаметр специальных подложек 3C-SiC/Si до 150 мм;
- ориентация 3C-SiC – (111)  $\pm 1^\circ$ ;
- разброс толщины слоя – 10 % max ( $\sigma$ /mean);
- шероховатость (RMS, Rq) –  $\leq 1$  нм;
- тип поверхности – Si-face.

6.2. Требования безопасности.

Требования по обеспечению безопасности для жизни и здоровья людей и охраны окружающей среды не предъявляются.

6.3. Требования по сохраняемости.

Гамма-процентный срок сохраняемости,  $T_{cy}$ , гетероструктур при  $y = 95$  % при хранении в упаковке изготовителя в условиях отапливаемых хранилищ, хранилищ с

кондиционированием воздуха по ГОСТ 23216-78 должен быть не менее 2 лет. Хранение в неотапливаемых помещениях, под навесом и на открытых площадках не допускается.

Соответствие материалов требованиям сохраняемости в процессе НИР оценивается методом ускоренных испытаний в соответствии с Методикой проведения ускоренных испытаний на сохраняемость гетероэпитаксиальных структур на основе AlGaIn ЕКФС.012.001 МИ, разработанной организацией-Заказчиком технологического предложения.

Периодичность контроля параметров-критериев годности при проведении ускоренных испытаний сокращают в соответствии с коэффициентом ускорения, установленным в методике.

В технически обоснованных случаях по согласованию с организацией-Заказчиком технологического предложения допускается оценку соответствия требованиям сохраняемости в процессе НИР проводить расчетно-экспериментальным методом по результатам испытаний материалов-аналогов.

6.4. Требования к стойкости к внешним воздействующим факторам.

Требования к стойкости к внешним воздействующим факторам не предъявляются.

6.5. Требования к эксплуатационным показателям.

Не предъявляются.

6.6. Требования к упаковке и маркировке.

Образцы специальных подложек 3C-SiC/Si должны быть упакованы в пластиковые транспортировочные тары (кассеты) (внешняя упаковка), обтянутые защитной пленкой и запечатанные в картонную коробку (при необходимости). Упаковка образцов должна обеспечивать сохранность и качество их при транспортировке. Маркировка упаковки должна строго соответствовать маркировке образцов.

6.7. Требования к консервации, хранению и транспортированию.

Пластины образцов специальных подложек 3C-SiC/Si должны быть целыми, не иметь видимых повреждений. Разрабатываемые структуры должны храниться и перемещаться в пластиковой транспортировочной таре.

6.8. Требования стандартизации, унификации и каталогизации.

Требования стандартизации, унификации и каталогизации не предъявляются.

6.9. Требования по видам обеспечения.

Требования по видам обеспечения не предъявляются.

## **7. Требования к структуре, составу и объему выполняемых работ**

7.1. Требования к исходным данным, которые должны использоваться при выполнении проекта.

Не предъявляются.

7.2. Требования к составу и объему теоретических исследований.

Проведение патентных исследований. Моделирование конструкции гетероструктуры GaN на спецподложке 3C-SiC/Si. Проведение теоретических исследований вопросов по созданию материала с заданными показателями.

7.3. Требования к составу, объему и качеству экспериментальных работ.

Работа должна быть направлена на получение технологических решений в процессе роста кубического карбида кремния на кремнии, а также изготовление экспериментального образца спецподложки 3C-SiC/Si для последующего применения в процессе роста III-N соединений методом МОГФЭ. Испытания материала образца спецподложки должны проводиться на современном аналитическом оборудовании, обладающим достаточной прецизионностью для анализа ультратонких слоев толщиной несколько нанометров. Полученные разработки должны быть внедрены в производственную практику, представлены в форме отчета, а также комплектов конструкторской и технологической документации, заверенных Организацией-заказчиком.



7.4. Требования к метрологическому обеспечению экспериментальных исследований.

Метрологическое обеспечение проводимых экспериментальных исследований должно соответствовать методам контроля характеристик исследуемых образцов специальных подложек. Методы контроля и объем требуемого контроля характеристик исследуемых образцов согласуются с организацией-Заказчиком технологического предложения.

7.5. Требования к разработке, изготовлению и испытаниям макетов (моделей, экспериментальных образцов), в зависимости от характера (специфики) выполняемого проекта и требований отраслевых стандартов.

В первый год реализации:

- физическая модель процесса роста слоя кубического карбида кремния на кремниевой подложке ориентацией (111);
- базовый процесс формирования кубического карбида кремния на подложках кремния ориентацией (111);
- макетные образцы специальных подложек кубического карбида кремния на кремнии для роста транзиторных структур GaN диаметром до 100 мм;
- результаты испытаний макетных образцов специальных подложек.

Во второй год реализации:

- экспериментальный процесс роста кубического карбида кремния на подложке Si(111) и эпитаксиальных структурах кремния с высокоомным слоем;
- эскизная технологическая документация на технологический процесс роста 3C-SiC на подложках и структурах кремния;
- экспериментальные образцы специальных подложек кубического карбида кремния на кремнии для роста транзиторных структур GaN диаметром до 100 мм;
- результаты испытаний экспериментальных образцов специальных подложек.

В третий год реализации проекта:

- опытный процесс роста кубического карбида кремния на подложке Si(111) и эпитаксиальных структурах кремния с высокоомным слоем;
- комплект технологической и конструкторской документации на специальные подложки кубического карбида кремния на кремнии для роста транзиторных структур GaN с литерой «Э»;
- опытная партия образцов (не менее 10 шт.) специальных подложек кубического карбида кремния на кремнии для роста транзиторных структур GaN диаметром до 150 мм;
- результаты испытаний партии опытных образцов специальных подложек.

7.6. Требования к проведению патентных исследований.

При получении результатов интеллектуальной деятельности (далее – РИД), способных к правовой охране (в соответствии со ст. 1225 ГК РФ), должны быть проведены Патентные исследования в соответствии ГОСТ Р 15.011-96.

7.7. Требования к подготовке предложений (рекомендаций) по реализации результатов проекта.

Требования к подготовке предложений (рекомендаций) по реализации результатов проекта не предъявляются.

7.8. Требования к предполагаемым результатам исследований и чем должна заканчиваться работа по теме.

Работа заканчивается получением специальных подложек 3C-SiC/Si с целевыми параметрами:

- диаметр специальных подложек 3C-SiC/Si до 150 мм;
- ориентация 3C-SiC –  $(111) \pm 1^\circ$ ;
- разброс толщины слоя – 10 % max ( $\sigma/\text{mean}$ );
- шероховатость (RMS, Rq) –  $\leq 1$  нм;

- тип поверхности – Si-face.

7.9. Требования к перечню (составу и видам) разрабатываемых документов.

К разрабатываемым документам должны относиться:

- отчет о НИР;
- комплект технологической документации с литерой «Э»;
- комплект конструкторской документации с литерой «Э»;
- программа и методики испытаний образцов;
- акты изготовления и испытания образцов;
- протоколы испытаний образцов;
- утвержденная организацией-Заказчиком технологического предложения спецификация на разработанные специальные подложки.

7.10. Требования к порядку согласования с заказчиком разрабатываемых в проекте документов, в том числе программы и методики испытаний макетов (моделей, экспериментальных образцов, места проведения их испытаний и др.), конструкторской и другой технической документации.

Все разрабатываемые в проекте документы, в том числе программ и методик испытаний макетов (моделей, экспериментальных образцов, места проведения их испытаний и др.), конструкторская документация и технологическая документация, а также другая отчетная документация согласуются с организацией-Заказчиком технологического предложения.

7.11. Требования по обеспечению сохранения коммерческой тайны.

Между организацией-Исполнителем и организацией-Заказчиком технологического предложения составляется соглашение о неразглашении результатов исследования.

7.12. Требования по расчету планируемого экономического эффекта от реализации результатов проекта.

Требования по расчету планируемого экономического эффекта от реализации результатов проекта не предъявляются.

7.13. Требование необходимости согласования ТЗ с головным научно-исследовательским институтом по виду техники (деятельности).

Не предъявляется.

7.14. Требование необходимости привлечения организации-рецензента и направления ОНТД на рецензию перед рассмотрением на НТС (секции НТС).

Не предъявляется.

## **8. Порядок приемки проекта (этапов проекта).**

8.1. Приемка научно-исследовательских работ должно проводиться в соответствии с ГОСТ Р 15.101-2021 «Система разработки и постановки продукции на производство. Порядок выполнения научно-исследовательских работ».

8.2. Приемка промежуточных и окончательных результатов должна происходить после предоставления отчета о НИР, актов создания макетных образцов и протоколов их исследования.

8.3. Приемку должна производить комиссия, включающая специалистов, координирующих реализацию технологического предложения со стороны АО «Эпиэл».

8.4. Результатом приемки является Заключение о результатах этапа НИР, подписанное руководителем АО «Эпиэл», и Акт сдачи-приемки выполненных работ (этапа работ), подписываемый организацией-Заказчиком технологического предложения и организацией-Исполнителем.

8.5. Содержание этапов работ.

1 год: Проведение патентных исследований. Моделирование конструкции гетероструктуры GaN на спецподложке 3C-SiC/Si. Проведение теоретических исследований вопросов по созданию материала с заданными показателями. Разработка документов технологических процессов изготовления материала. Разработка и

изготовление (закупка) специального технологического оборудования, средств испытаний и измерений. Разработка программы и методик испытаний (ПМИ) макетной партии материала. Согласование ПМИ с Заказчиком (заявитель технологического предложения). Изготовление макетных образцов специальных подложке 3C-SiC/Si. Проведение испытаний и исследований макетной партии материала и оценки его показателей качества. Подготовка научно-технического отчета (НТО) по этапу 1 НИР.

2 год: Разработка комплекта документов на технологический процесс изготовления спецподложек 3C-SiC/Si. Разработка и изготовление (закупка) специального технологического оборудования, средств испытаний и измерений (при необходимости). Разработка методов испытаний и измерений. Разработка программы и методик предварительных испытаний экспериментальной партии материала. Согласование ПМИ с Заказчиком (заявитель технологического предложения). Изготовление опытной партии материала. Проведение испытаний экспериментальной партии материала. Разработка проекта спецификации на материал. Согласование спецификации с Заказчиком. Проведение корректировки технической документации, разработанной в процессе выполнения НИР. Подготовка НТО по этапу 2 НИР.

3 год: Разработка программы и методик приемочных испытаний опытной партии материала. Согласование ПМИ с Заказчиком (заявитель технологического предложения). Разработка и изготовление (закупка) специального технологического оборудования, средств испытаний и измерений (при необходимости). Изготовление опытной партии материала под контролем комиссии по приемке Заказчика. Проведение приемочных испытаний опытной партии материала. Проведение по результатам приемочных испытаний корректировки (при необходимости) комплектов КД и ТД на процесс изготовления материала присвоение комплектам литеры «Э». Согласование и утверждение спецификации и технических требований на материал.

## **9. Перечень научно-технической документации, регламентирующий выполнение поставленных организацией -Заказчиком технологического предложения требований и проекта в целом.**

9.1. Научно-техническая документация предоставляется в виде Отчета о НИР, включающего акты создания макетных образцов и протоколы исследования макетных образцов.

9.2. Выполнение научно-исследовательских работ должно проводиться в соответствии с ГОСТ Р 15.101-2021 «Система разработки и постановки продукции на производство. Порядок выполнения научно-исследовательских работ».

9.3. Оформление отчетных документов проводится в соответствии с ГОСТ 7.32-2017.

9.4. Патентные исследования проводятся в соответствии ГОСТ Р 15.011-96.

Технические требования (исходные данные) организации-Заказчика  
технологического предложения Проекта № 2

**1. Код классификатора по направлению «Микроэлектроника»**

11-221, 11-211.

**2. Наименование технологического предложения.**

Разработка специальных подложек кубического карбида кремния на кремнии (3C-SiC/Si) для роста транзисторных гетероструктур Ga(Al)N с высокой подвижностью носителей заряда (HEMT).

**3. Организация-Заказчик технологического предложения.**

Акционерное общество «Эпиэл» (АО «Эпиэл»).

**4. Наименование проекта и вид научных исследований.**

4.1. Исследование и моделирование конструкции транзисторных наногетероструктур типа AlGa<sub>x</sub>N/GaN на подложках кремния и специальных подложках кубического карбида кремния на кремнии (3C-SiC/Si).

4.2. Проект предусматривает проведение ориентированных научных исследований.

**5. Задачи выполнения проекта.**

5.1. Разработка конструкции гетероструктуры типа AlGa<sub>x</sub>N/GaN на подложках кремния и специальных подложках кубического карбида кремния на кремнии (3C-SiC/Si), подходящей для создания нормально-закрытых силовых транзисторов.

5.2. Моделирование гетероструктуры на основе AlGa<sub>x</sub>N/GaN на кремниевой подложке и на специальной подложке 3C-SiC/Si.

5.3. Изготовление макетного образца (прототипа) гетероструктуры типа AlGa<sub>x</sub>N/GaN на подложках кремния и специальных подложках кубического карбида кремния на кремнии (3C-SiC/Si), подходящей для создания нормально-закрытых силовых транзисторов.

5.4. Исследование особенностей формирования эпитаксиальным выращиванием подзатворного слоя p-GaN.

5.5. Исследование особенностей формирования эпитаксиального выращивания слоя n-GaN по заданному рисунку под возможность создания омических контактов стока и истока транзистора.

5.6. Моделирование GaN транзистора с экранирующим электродом затвора и с экранирующим электродом истока с целью корректировки конструкции разрабатываемых гетероструктур. моделей конструкции нитридных гетероструктур с p-каналом на кремниевых подложках и на подложках 3C-SiC/Si.

5.7. Исследование особенностей технологических процессов формирования затворов нормально открытого и нормально закрытого GaN транзистора.

5.8. Исследование особенностей маршрута создания транзистора на основе предложенной гетероструктуры.

5.9. Разработка комплекта документов: Акты и протоколы измерений, а также технологическая и конструкторская документация на изготовление гетероструктуры в объеме, достаточном для апробации в производстве.

**6. Технические требования к разрабатываемому материалу.**

6.1. Требования к показателям назначения.

В итоге реализации проекта должна быть разработана конструкция гетероструктуры на базе нитрида галлия на подложках кремния и подложках 3C-SiC/Si, подходящая для

дальнейшего применения в производстве нормально-закрытых силовых GaN НЕМТ транзисторов.

Конечным продуктом назначения данных структур должны являться транзисторы в электромобилях и устройствах индивидуального пользования (солнечные панели, накопители энергии, зарядные устройства), или, например, оборудование для электропитания, которое должно быть встроено в жестко заданные объемы (зарядные станции или системы управления электропитанием).

6.1.1. Конструкции гетероструктуры должна обеспечивать пробивное напряжение буферного слоя не менее 650 В.

6.1.2. Конструкция барьерных слоев гетероструктуры должна обеспечивать появление двумерного электронного или дырочного газа, только при приложении напряжения к поверхности гетероструктуры (нормально-закрытый транзистор).

6.1.3. Конструкция гетероструктуры должна включать подзатворный поверхностный слой p-GaN;

6.1.4. Конструкция гетероструктуры должна включать слой n-GaN в областях будущих контактов стока и истока;

6.1.5. Конструкция гетероструктуры должна обеспечивать расстояние от поверхности гетероструктуры до канального слоя GaN слоя не более 120 нм.

6.2. Требования безопасности.

Требования по обеспечению безопасности для жизни и здоровья людей и охраны окружающей среды не предъявляются.

6.3. Требования по сохраняемости.

Требования по сохраняемости не предъявляются.

6.4. Требования к стойкости к внешним воздействующим факторам.

Моделирование разрабатываемой гетероструктуры должно показать наличие эффектов управления двумерным газом носителей заряда, требуемых для построения нормально-закрытых силовых транзисторов на основе нитрида галлия, при диапазоне температур 20-150 °С.

6.5. Требования к эксплуатационным показателям.

В качестве целевых параметров разрабатываемых конструкций ставятся:

- параметры разработанных физических моделей гетероструктур должны обеспечивать основные эффекты управления двумерным газом носителей заряда, требуемые для построения нормально-закрытых силовых транзисторов на основе нитрида галлия;

- параметры разработанных физических моделей гетероструктур должны обеспечивать основные эффекты управления двумерным газом носителей заряда, требуемые для построения нормально-открытых СВЧ транзисторов на основе нитрида галлия;

- макетные образцы разрабатываемых нитридных гетероструктур должны показать возможность протекания тока при создании омических контактов на поверхности, более 40 А, при напряжениях пробоя порядка 650 В;

- макетные образцы разрабатываемых нитридных гетероструктур должны показать возможность создания контактного сопротивления под стоком и истоком без применения высокотемпературного вжигания контактных металлов.

6.6. Требования к упаковке и маркировке.

Макетные образцы должны быть упакованы в пластиковые транспортировочные тары (кассеты) (внешняя упаковка), обтянут пленкой и запакован в картонную коробку. Упаковка образцов должна обеспечивать сохранность и качество их при транспортировке. Маркировка упаковки должна строго соответствовать маркировке образцов.

6.7. Требования к консервации, хранению и транспортированию.



Пластины макетных образцов должны быть целыми, не иметь видимых повреждений. Разрабатываемые структуры должны храниться и перемещаться в пластиковой транспортировочной таре.

6.8. Требования стандартизации, унификации и каталогизации.

Требования стандартизации, унификации и каталогизации не предъявляются.

6.9. Требования по видам обеспечения.

Требования по видам обеспечения не предъявляются.

## **7. Требования к структуре, составу и объему выполняемых работ**

7.1. Требования к исходным данным, которые должны использоваться при выполнении проекта.

Должна быть разработана конструкция гетероструктуры на базе нитрида галлия на подложках кремния и подложках 3C-SiC/Si, подходящая для дальнейшего применения в производстве силовых GaN HEMT транзисторов. Основные характеристики разрабатываемой конструкции гетероструктуры:

- пробивное напряжение буферного слоя не менее 650 В (расчетное, подтверждается апробацией);

- конструкция барьерных слоев должна обеспечивать появление двумерного электронного или дырочного газа, только при приложении напряжения к поверхности гетероструктуры (нормально-закрытый транзистор);

- наличие подзатворного поверхностного p-GaN;

- наличие в областях будущих контактов стока и истока слоя n-GaN;

- расстояние от поверхности гетероструктуры до канального слоя GaN слоя не более 120 нм.

7.2. Требования к составу и объему теоретических исследований.

В первый год необходимо выполнить: Построение моделей гетероструктуры на основе AlGa<sub>N</sub>/Ga<sub>N</sub> на кремниевой подложке и на специальной подложке 3C-SiC/Si.

Во второй год необходимо выполнить: Построение моделей Ga<sub>N</sub> транзистора с экранирующим электродом затвора и с экранирующим электродом истока с целью коррективы конструкции разрабатываемых гетероструктур.

В третий год необходимо выполнить: Построение моделей конструкции нитридных гетероструктур с p-каналом на кремниевых подложках и на подложках 3C-SiC/Si.

7.3. Требования к составу, объему и качеству экспериментальных работ.

Работа должна быть направлена на формирование научно-практического задела в области моделирования конструкции транзисторных наногетероструктур типа AlGa<sub>N</sub>/Ga<sub>N</sub> на спецподложках 3C-SiC/Si в целях его последующего практического применения в производственной практике при разработке рабочих конструкций гетероструктур III-N соединений. Экспериментальные работы завершаются изготовлением и испытаниями партии макетных образцов гетероструктур по разработанным конструкциям, приемку которых проводит Организация-заказчик технологического предложения.

7.4. Требования к метрологическому обеспечению экспериментальных исследований.

Метрологическое обеспечение проводимых экспериментальных исследований должно соответствовать методам контроля характеристик исследуемых макетных образцов.

7.5. Требования к разработке, изготовлению и испытаниям макетов (моделей, экспериментальных образцов), в зависимости от характера (специфики) выполняемого проекта и требований отраслевых стандартов.

В ходе ориентированных научных исследований должны быть разработаны модели:

В первый год реализации:

- физическая модель буферного слоя (Al)Ga<sub>N</sub> на Si подложке и на 3C-SiC/Si подложке;



- физическая модель конструкции барьерных и подзатворных слоев для силовых транзисторов нормально-закрытого типа;
- физическая модель конструкции барьерных и подзатворных слоев для СВЧ транзисторов нормально-открытого типа;

Во второй год реализации:

- физическая модель GaN транзистора с экранирующим электродом затвора;
- физическая модель GaN транзистора с экранирующим электродом истока;

В третий год реализации проекта:

- физическая модель конструкции нитридных гетероструктур для силовых транзисторов с р- каналом на кремниевых и 3C-SiC/Si подложках;
- физическая модель конструкции нитридных гетероструктур для СВЧ транзисторов на кремниевых и 3C-SiC/Si подложках;
- партии макетных образцов (не менее 3-х шт. в партии) нитридных гетероструктур AlGaN/GaN с р-GaN подзатворным слоем и гетероструктур с высоколегированными локальными областями под контактами стока истока;
- топология СВЧ и силовых GaN транзисторов с n- и р-каналом;
- особенности маршрута создания транзистора на основе предложенной гетероструктуры.

В ходе ориентированных научных исследований должны быть разработаны:

- макетные образцы нитридной гетероструктуры AlGaN/GaN с р-GaN подзатворным слоем для создания нормально-закрытых транзисторов.
- макетные образцы нитридной гетероструктуры с высоколегированными локальными областями под контактами стока истока.

7.6. Требования к проведению патентных исследований.

При получении результатов интеллектуальной деятельности (далее – РИД), способных к правовой охране (в соответствии со ст. 1225 ГК РФ), должны быть проведены Патентные исследования в соответствии ГОСТ Р 15.011-96.

7.7. Требования к подготовке предложений (рекомендаций) по реализации результатов проекта.

Требования к подготовке предложений (рекомендаций) по реализации результатов проекта не предъявляются.

7.8. Требования к предполагаемым результатам исследований и чем должна заканчиваться работа по теме.

Предполагаемые результаты исследований должны соответствовать моделям, необходимым к разработке, а также макетным образцам и найденным особенностям маршрута создания транзистора на основе предложенной гетероструктуры. Получаемые в итоге работ смоделированные конструкции гетероструктур и построенные на их основе макетные образцы, а также полученные физико-технологические данные и маршрутные особенности должны быть переданы заказчику, который делает заключение о работе и подписывает акт сдачи-приемки.

7.9. Требования к перечню (составу и видам) разрабатываемых документов.

К разрабатываемым документам должны относиться:

- отчет о НИР;
- акты создания макетных образцов;
- протоколы исследования макетных образцов.

7.10. Требования к порядку согласования с организацией-Заказчиком технологического предложения 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 разрабатываемые в проекте документы, в том числе программ и методик испытаний макетов (моделей, экспериментальных образцов, места проведения их испытаний и др.), конструкторская документация и технологическая документация, а также

другая отчетная документация согласуются с организацией-Заказчиком технологического предложения.

7.11. Требования по обеспечению сохранения коммерческой тайны.

Между организацией-Исполнителем и организацией-Заказчиком технологического предложения составляется соглашение о неразглашении результатов исследования.

7.12. Требования по расчету планируемого экономического эффекта от реализации результатов проекта.

Требования по расчету планируемого экономического эффекта от реализации результатов проекта не предъявляются.

7.13. Требование необходимости согласования ТЗ с головным научно-исследовательским институтом по виду техники (деятельности).

Требование необходимости согласования ТЗ с головным научно-исследовательским институтом по виду техники (деятельности) не предъявляется.

7.14. Требование необходимости привлечения организации-рецензента и направления ОНТД на рецензию перед рассмотрением на НТС (секции НТС).

Требования необходимости привлечения организации-рецензента и направления ОНТД на рецензию перед рассмотрением на НТС не предъявляются.

## **8. Порядок приемки проекта (этапов проекта).**

8.1. Приемка научно-исследовательских работ должно проводиться в соответствии с ГОСТ Р 15.101-2021 «Система разработки и постановки продукции на производство. Порядок выполнения научно-исследовательских работ».

8.2. Приемка промежуточных и окончательных результатов должна происходить после предоставления отчета о НИР, актов создания макетных образцов и протоколов их исследования.

8.3. Приемку должна производить комиссия, включающая специалистов, координирующих реализацию технологического предложения со стороны АО «Эпиэл».

8.4. Результатом приемки является Заключение о результатах этапа НИР, подписанное руководителем АО «Эпиэл», и Акт сдачи-приемки выполненных работ (этапа работ), подписываемый организацией-Заказчиком технологического предложения и организацией-Исполнителем.

8.5. В первый год необходимо выполнить:

- Исследование особенностей формирования эпитаксиальным выращиванием подзатворного слоя p-GaN.

Во второй год необходимо выполнить:

- Исследование особенностей формирования эпитаксиального выращивания слоя p-GaN по заданному рисунку под возможность создания омических контактов стока и истока транзистора.

В третий год необходимо выполнить:

- Изготовление и испытание партии макетных образцов (не менее 3-х шт.) нитридной гетероструктуры AlGa<sub>0.3</sub>N/GaN с p-GaN подзатворным слоем для создания нормально-закрытых транзисторов.

- Изготовление и испытание партии макетных образцов (не менее 3-х шт.) нитридной гетероструктуры с высоколегированными локальными областями под контактами стока истока.

- Исследование особенностей технологических процессов формирования затворов нормально открытого и нормально закрытого GaN транзистора.

- Исследование особенностей маршрута создания транзистора на основе предложенной гетероструктуры.

## **9. Перечень научно-технической документации, регламентирующий выполнение поставленных организацией-Заказчиком технологического предложения требований и проекта в целом.**

9.1. Научно-техническая документация предоставляется в виде Отчета о НИР, включающего акты создания макетных образцов и протоколы исследования макетных образцов.

9.2. Выполнение научно-исследовательских работ должно проводиться в соответствии с ГОСТ Р 15.101-2021 «Система разработки и постановки продукции на производство. Порядок выполнения научно-исследовательских работ».

9.3. Оформление отчетных документов проводится в соответствии с ГОСТ 7.32-2017.

9.4. Патентные исследования проводятся в соответствии ГОСТ Р 15.011-96.

Технические требования (исходные данные) организации-Заказчика  
технологического предложения Проекта № 3

**1. Код классификатора по направлению «Микроэлектроника»**

11-111, 11-112, 11-113.

**2. Наименование технологического предложения.**

Разработка технологических процессов изготовления интегральной аналого-цифровой СБИС в специализированном корпусе для МЭМС-микрофона.

**3. Организация-Заказчик технологического предложения.**

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-производственный комплекс «Технологический центр» (НПК «Технологический центр»).

**4. Наименование проекта и вид научных исследований.**

4.1. Исследование и разработка аналого-цифровой СБИС в специализированном корпусе для МЭМС-микрофона.

4.2. Проект предусматривает проведение прикладных научных исследований.

**5. Задачи выполнения проекта.**

5.1. Теоретические исследования способов корпусирования МЭМС-микрофонов.

5.2. Проведение патентных исследований в соответствии с ГОСТ Р 15.011-2022.

5.3. Проведение математических расчетов и моделирования специализированных корпусов.

5.4. Конструктивно-технологические исследования способов корпусирования кристаллов СБИС и кристаллов МЭМС емкостного типа для МЭМС-микрофона с цифровым видом выходного сигнала в формате I<sup>2</sup>S и TDM.

5.5. Проведение математических расчетов и моделирования требуемых параметров функциональных блоков аналого-цифровой СБИС для МЭМС-микрофона емкостного типа с цифровым видом выходного сигнала в формате I<sup>2</sup>S и TDM.

5.6. Разработка и изготовление экспериментальных образцов кристаллов МЭМС емкостного типа для отработки технологии корпусирования с кристаллами СБИС.

5.7. Разработка и изготовление экспериментальных образцов аналого-цифровых СБИС для МЭМС-микрофонов емкостного типа с цифровым видом выходного сигнала в формате I<sup>2</sup>S и TDM, в специализированном корпусе.

5.8. Разработка комплектов эскизной конструкторской и технологической документации (далее - КД и ТД) на СБИС в специализированном корпусе.

5.9. Проведение комплекса технологических работ по отработке технологического процесса корпусирования кристаллов СБИС и кристаллов МЭМС емкостного типа в специализированные корпуса.

5.10. Разработка программы и методики исследования параметров экспериментальных образцов.

5.11. Проведение исследований экспериментальных образцов для проверки работоспособности и достижения предъявляемых технических требований с оформлением соответствующих протоколов, в том числе в условиях повышенной и пониженной рабочих температур.

5.12. Разработка промежуточных и заключительного научно-технических отчетов по результатам выполнения этапов и проекта в целом.

**6. Технические требования к разрабатываемой технологии.**

6.1. Требования к составу технологического процесса (технологического маршрута).

Технологический маршрут сборки должен включать в себя следующие процессы:

- контроль внешнего вида деталей сборки;
- монтаж кристалла МЭМС емкостного типа на основании специализированного корпуса над акустическим портом посредством приклейки;
- контроль внешнего вида МЭМС емкостного типа после приклейки;
- монтаж кристаллов СБИС;
- контроль внешнего вида кристаллов СБИС после монтажа;
- коммутирование кристалла МЭМС емкостного типа, кристалла СБИС и внешних выводов специализированного корпуса;
- защита кристалла СБИС от внешних воздействий;
- монтаж защитного, электромагнитного экрана, обеспечивающего свободный объем над кристаллом МЭМС емкостного типа.

6.2. Требования к показателям назначения технологического процесса.

6.2.1. Разрабатываемые технологические процессы должны быть ориентированы на разработку МЭМС-микрофона с следующими характеристиками:

- отношение сигнал/шум, не менее  $62 \pm 3$  дБ;
- ток потребления, не более 2,5 мА;
- диапазон рабочих частот, от 100 Гц до 8000 Гц;
- напряжение питания от 2,7 В до 3,3 В;
- коэффициент нелинейных искажений (далее КНИ) (при воздействии 94 дБ), не более 1 %;
- интерфейс передачи данных TDM (16 каналов), I<sup>2</sup>S;
- габаритные размеры не более  $10 \times 7 \times 2,5$  мм (могут быть уточнены в ходе выполнения работ).

6.2.2. В процессе разработки технологических процессов изготовления интегральной аналого-цифровой СБИС в специализированном корпусе для МЭМС-микрофона необходимо ориентироваться на достижение следующих характеристик:

- конструкция специализированного корпуса должна обеспечивать экранировку деталей сборки от внешних электромагнитных помех;
- специализированный корпус должен иметь акустический порт в основании и обеспечивать свободный объем над МЭМС;
- диаметр акустического порта в основании специализированного корпуса должен быть равен  $0,4 \pm 0,05$  мм;
- толщина основания специализированного корпуса не должна превышать  $0,5 \pm 0,05$  мм;
- количество внешних электрических выводов не должно превышать 10 штук;
- уровень автоматизации технологических процессов сборки должен быть не менее 60 %;

- разрабатываемые технологические процессы должны обеспечивать сохранение работоспособности кристаллов МЭМС емкостного типа при монтаже.

6.2.3. В процессе разработки технологических процессов изготовления интегральной аналого-цифровой СБИС в специализированном корпусе для МЭМС-микрофона необходимо ориентироваться на следующие эксплуатационные характеристики:

- повышенная влажность воздуха  $98 \pm 2\%$  при  $(35 \pm 2)$  °С;
- повышенная рабочая температура среды плюс  $(50 \pm 2)$  °С;
- пониженная рабочая температура среды минус  $(40 \pm 2)$  °С;
- предельная пониженная температура среды минус  $(65 \pm 2)$  °С;
- предельная повышенная температура среды плюс  $(70 \pm 2)$  °С;
- синусоидальная вибрация в диапазоне частот от 20 Гц до 80 Гц при  $(39 \pm 8) \text{ м/с}^2$  (4g).

6.3. Требования к сырью и материалам.

6.3.1. 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.

6.3.2. Используемые материалы должны быть стойкие к коррозии.

6.4. Требования по эксплуатации, удобству технического обслуживания.

Требования по эксплуатации, удобству технического обслуживания не предъявляются.

6.5. Требования по ресурсосбережению.

Требования по ресурсосбережению не предъявляются.

6.6. Требования по безопасности.

Требования по безопасности не предъявляются.

6.7. Требования по видам обеспечения.

Требования по математическому, программному и информационному обеспечению не предъявляются.

## **7. Требования к структуре, составу и объему выполняемых работ.**

7.1. Требования к исходным данным, которые должны использоваться при выполнении проекта.

Не предъявляются.

7.2. Требования к составу и объему теоретических исследований.

7.2.1. 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 – 2023 гг.

7.2.2. Должны быть проведены теоретические исследования и аналитическая оценка современных конструктивно-технологических способов корпусирования МЭМС-микрофонов.

7.2.3. Должны быть проведены математические расчеты и моделирование специализированных корпусов с учетом требования по экранировке и свободного объема над кристаллом МЭМС емкостного типа.

7.2.4. Должны быть проведены математические расчеты и моделирование требуемых параметров функциональных блоков аналого-цифровой СБИС для МЭМС-микрофона емкостного типа с цифровым видом выходного сигнала в формате I2S и TDM.

7.2.5. Должен быть проведен анализ полученных результатов по разработке технологических процессов изготовления интегральной аналого-цифровой СБИС в специализированном корпусе для МЭМС-микрофона.

7.3. Требования к составу, объему и качеству экспериментальных работ.

7.3.1. Должны быть разработаны конструкции экспериментальных образцов интегральной аналого-цифровой СБИС, кристаллов МЭМС емкостного типа, специализированных корпусов для отработки технологических процессов изготовления интегральной аналого-цифровой СБИС в специализированном корпусе для МЭМС-микрофона.

7.3.2. Для отработки технологических процессов изготовления интегральной аналого-цифровой СБИС в специализированном корпусе для МЭМС-микрофона должны быть изготовлены следующие экспериментальные образцы:

- экспериментальные образцы кристаллов МЭМС емкостного типа в количестве 50 штук.

- экспериментальные образцы кристаллов аналого-цифровой СБИС в количестве 100 штук.



- экспериментальные образцы СБИС и МЭМС емкостного типа в специализированных корпусах в количестве 50 штук.

7.3.2. Должны быть проведены исследования экспериментальных образцов для проверки работоспособности и достижения предъявляемых технических требований с оформлением соответствующих протоколов, в том числе в условиях повышенной и пониженной рабочих температур.

7.4. Требования к метрологическому обеспечению экспериментальных исследований.

7.4.1. Разрабатываемые в процессе выполнения работы конструкторская, технологическая и эксплуатационная документации, а также программы и методики всех исследований и испытаний должны быть согласованы с организацией-Заказчиком технологического предложения.

7.4.2. Все применяемые в процессе выполнения работы средства измерений должны быть поверены, а испытательное оборудование – аттестовано.

7.4.3. Должны быть разработаны программы и методики исследований экспериментальных образцов. Программы и методики исследований должны быть согласованы с организацией-Заказчиком технологического предложения.

7.5. Требования к разработке, изготовлению и испытаниям макетов (моделей, экспериментальных образцов), в зависимости от характера (специфики) выполняемого проекта и требований отраслевых стандартов.

7.5.1. Изготавливаемые экспериментальные образцы кристаллов МЭМС емкостного типа и экспериментальные образцы кристаллов СБИС должны быть предназначены для отработки технологических процессов изготовления интегральной аналого-цифровой СБИС в специализированном корпусе для МЭМС-микрофона.

7.5.2. При изготовлении экспериментальных образцов кристаллов аналого-цифровой СБИС, необходимо ориентироваться на достижение следующих характеристик:

В состав аналого-цифровой СБИС должны входить:

- блок предварительного усиления;
- блок аналого-цифрового преобразователя;
- блок формирования выходного формата данных.

Состав аналого-цифровой СБИС уточняется в ходе выполнения проекта.

В процессе разработки блока предварительного усиления необходимо ориентироваться на достижение следующих характеристик:

- напряжение шума на выходе – не более 5 мкВ (СКЗ);
- чувствительность к изменению емкости на входе – не менее 0,85 мВ/фФ;
- максимальное напряжение выходного сигнала – не более 150 мВ (СКЗ);
- динамический диапазон – не менее 89 дБ;
- КНИ при 15 мВ на выходе - не более 0,05 %;
- КНИ при 150 мВ на выходе - не более 0,5 %;
- выходная емкость источника сигнала – 2 пФ;
- выходное сопротивление источника сигнала – 3 Ом;
- напряжение питания от 2,7 В до 3,3 В;
- ток потребления – не более 0,3 мА.

В процессе разработки блока аналого-цифрового преобразователя необходимо ориентироваться на достижение следующих характеристик:

- тип преобразования – сигма-дельта;
- порядок модулятора – не менее 3;
- разрядность квантователя – от 1 бита;
- формат представления выходных данных – PDM;
- тактовая частота – 2,048 МГц, погрешность измерения тактовой частоты должна быть не более 5 %;
- коэффициент передискретизации – 128;

- полоса частот входного сигнала – 200-8000 Гц, погрешность измерения частоты не должна быть более 5 %;
  - отношение сигнал-шум не менее 86 дБ погрешность измерения отношения сигнал-шум не должна быть более 5 % (измерения проводятся при уровне входных напряжений в диапазоне 12-17 мВ (СКЗ) на частоте 1 кГц, выходное сопротивление источника сигнала не менее 200 Ом);
  - КНИ не более 0,03 % (измерения проводятся при уровне входных напряжений в диапазоне 12-17 мВ (СКЗ) на частоте 1 кГц, выходное сопротивление источника сигнала не менее 200 Ом);
  - КНИ не более 0,1 %. (измерения проводятся при уровне входного напряжения 180 мВ (СКЗ) на частоте 1 кГц, выходное сопротивление источника сигнала не менее 200 Ом).
  - напряжение питания от 2,7 В до 3,3 В, погрешность измерения напряжения не должна быть более 5 %. (рассмотреть возможность расширения диапазона рабочих напряжений от 1,6 В до 3,3 В);
  - коэффициент подавления нестабильности питания (PSRR) не менее 80 дБ, погрешность измерения PSSR не должна быть более 5 %;
  - ток потребления не более 1мА, погрешность измерения тока не должна быть более 5 %;
  - уровень максимального входного сигнала 180 мВ (СКЗ), погрешность измерения входного сигнала не должна быть более 5 %.
- В процессе разработки блока формирования выходного формата данных необходимо ориентироваться на достижение следующих характеристик:
- формат данных цифрового выхода должен быть совместим с форматом PCM (24 бит, 16 кГц);
  - интерфейс передачи данных TDM (16 каналов), I2S;
  - частота опроса (ClockFrequency) для выхода TDM 8,192 МГц, погрешность измерения частоты опроса не должна быть более 5 %;
  - частота опроса (ClockFrequency) для выхода I2S до 5,0 МГц, погрешность измерения частоты опроса не должна быть более 5 %;
  - разрядность выходного слова одного канала – 24 бит;
  - ширина временного окна на один канал – 32 периода тактового сигнала;
  - коэффициент децимации входного сигнала – 128;
  - рабочий диапазон частот от 200 до 8000 Гц, погрешность измерения частоты не должна быть более 5 %;
  - отношение сигнал-шум (SNR) должно быть не менее 100 дБ, погрешность измерения отношения сигнал-шум не должна быть более 5 %;
  - при подключении 16 изделий в одну линию TDM должна быть обеспечена синхронность (идентичность) выходных сигналов;
  - выходной пакет данных каждого изделия, подключенного в линию TDM, должен содержать в 32 битном слове в младших разрядах порядковый номер изделия в линии;
  - порядковый номер изделия, подключенного в линию TDM, должен вычисляться автоматически;
  - каждый пакет выходных данных должен содержать результаты сделанных в одно время измерений всех изделий, включенных в линию TDM;
  - ток потребления не более 1 мА, погрешность измерения тока не должна быть более 5 %;
  - напряжение питания от 2,7 В до 3,3 В, погрешность измерения напряжения не должна быть более 5 % (Рассмотреть возможность расширения диапазона рабочих напряжений от 1,6 В до 3,3 В);
  - коэффициент подавления нестабильности питания (PSRR) не менее 80 дБ, погрешность измерения PSSR не должна быть более 5 %.

7.5.3. При изготовлении экспериментальных образцов кристаллов МЭМС емкостного типа необходимо ориентироваться на достижение следующих технических требований:

- емкость не менее 2 пФ;
- габаритные размеры не более 2,5×2,5×0,5 мм;
- диаметр мембран МЭМС элемента не менее 0,6 мм;
- напряжение поляризации не менее 2,5 В.

7.5.4. Габаритные размеры специализированного корпуса определяются в ходе выполнения проекта как минимальные технически обоснованные размеры для размещения всех необходимых компонентов. Ориентировочными размерами корпуса являются 10×7×2,5 мм.

7.6. Требования к проведению патентных исследований.

7.6.1. На первом этапе выполнения проекта должны быть проведены патентные исследования в соответствии с ГОСТ Р 15.011-2022.

7.6.2. На остальных этапах проекта при получении результатов интеллектуальной деятельности (далее – РИД), способных к правовой охране (в соответствии со ст. 1225 ГК РФ), должны быть проведены дополнительные патентные исследования в соответствии с ГОСТ Р 15.011-2022.

7.6.3. 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.

7.7. Требования к подготовке предложений (рекомендаций) по реализации результатов проекта.

7.7.1. Должен быть подготовлен проект ТЗ на проведение ОКР, в том числе технические требования и предложения по разработке, производству и эксплуатации продукции с учетом технологических возможностей и особенностей организации-Заказчика технологического предложения.

7.8. Требования к предполагаемым результатам исследований и чем должна заканчиваться работа по теме.

7.8.1. В результате реализации технологического предложения должны быть получены экспериментальные образцы СБИС и МЭМС емкостного типа в специализированных корпусах.

7.8.2. Должна быть разработана эскизная конструкторская и технологическая документация изготовления аналого-цифровой СБИС в специализированном корпусе.

7.9. Требования к перечню (составу и видам) разрабатываемых документов.

7.9.1. В рамках выполнения проекта должны быть разработаны комплекты эскизной конструкторской документации на изготавливаемые экспериментальные образцы. Состав эскизной конструкторской документации должен быть согласован с организацией-Заказчиком технологического предложения.

7.9.2. В рамках выполнения проекта должны быть разработаны комплекты эскизной технологической документации на разрабатываемые технологические процессы. Состав эскизной технологической документации должен быть согласован с организацией-заказчиком технологического предложения.

7.9.3. В рамках выполнения проекта должны быть подготовлены промежуточные и заключительный отчеты о НИР.

7.10. Требования к порядку согласования с организацией-Заказчиком технологического предложения 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.

7.10.1. Порядок согласования с организацией-Заказчиком технологического предложения 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 должны быть отражены в плане совместных работ, предоставленном организацией-Исполнителем.

7.10.2 План совместных работ должен быть согласован с организацией-Заказчиком технологического предложения в течение одного месяца с даты начала проекта.

7.11. Требования по обеспечению сохранения коммерческой тайны.

7.11.1 Ознакомление третьих лиц с результатами проекта может быть осуществлено только с письменного разрешения организации-Заказчика технологического предложения.

7.12. Требования по расчету планируемого экономического эффекта от реализации результатов проекта.

7.12.1. Должна быть проведена технико-экономическая оценка рыночного потенциала полученных результатов проекта.

7.13. Требование необходимости согласования ТЗ с головным научно-исследовательским институтом по виду техники (деятельности).

Требование необходимости согласования ТЗ с головным научно-исследовательским институтом по виду техники (деятельности) не предъявляется

7.14. Требование необходимости привлечения организации-рецензента и направления ОНТД на рецензию перед рассмотрением на НТС (секции НТС).

Требование необходимости привлечения организации-рецензента и направления ОНТД на рецензию перед рассмотрением на НТС (секции НТС) не предъявляется.

7.15. Другие требования в зависимости от специфики, выполняемого проекта.

Другие требования в зависимости от специфики, выполняемого проекта не предъявляются.

## **8. Порядок приемки проекта (этапов проекта).**

8.1. Приемка промежуточных и итоговых результатов проекта проводится с участием представителей организации-Заказчика технологического предложения. Приемка годовых этапов должна сопровождаться со стороны организации-Исполнителя проекта предъявлением отчетной научно-технической документации (ОНТД) в соответствии с техническим заданием на проект и демонстрацией представителю Заказчика результатов проекта. Организация-Исполнитель должна предоставить развернутый план совместных работ на выполнение работ по проекту.

8.2. Общий порядок проведения и приемки проекта в соответствии с ГОСТ 15.101-2021.

## **9. Перечень научно-технической документации, регламентирующий выполнение поставленных организацией-Заказчиком технологического предложения требований и проекта в целом.**

ГОСТ 15.101-2021 – Система разработки и постановки продукции на производство. Порядок выполнения научно-исследовательских работ.

ГОСТ Р 15.011-2022 – Система разработки и постановки продукции на производство. Патентные исследования. Содержание и порядок проведения.

ГОСТ 3.1001-2011 – Единая система технологической документации. Общие положения.

ГОСТ 2.102-68 – Единая система конструкторской документации. Виды и комплектность конструкторских документов.

ГОСТ 7.32-2017 – Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления.

ГОСТ Р 8.563-96 – Государственная система обеспечения единства измерений. Методики выполнения измерений.

Технические требования (исходные данные) организации-Заказчика  
технологического предложения Проекта № 4

**1. Код классификатора по направлению «Микроэлектроника»**

11-311, 11-331

**2. Наименование технологического предложения.**

Технология источников лазерного излучения на принципах гетерогенной интеграции полупроводниковых гетероструктур и волноводных структур кремниевых фотонных интегральных схем.

**3. Организация-Заказчик технологического предложения.**

Акционерное общество «Зеленоградский нанотехнологический центр» (АО «ЗНТЦ»).

**4. Наименование проекта и вид научных исследований.**

4.1. Разработка технологии МОС-гидридной эпитаксии полупроводниковых гетероструктур лазерных источников для гетерогенной интеграции Si/A3B5.

4.2. Проект предусматривает проведение прикладных научных исследований.

**5. Задачи выполнения проекта**

5.1. Разработка технологии МОС-гидридной эпитаксии полупроводниковых гетероструктур A3B5, для создания инжекционных источников лазерного излучения на длину волны 1300нм при гетерогенной интеграции КНИ/A3B5 (КНИ – кремний (Si) на изоляторе).

Полупроводниковые гетероструктуры для гетерогенной интеграции предполагают инверсию легирования и всей последовательности слоев. В такой гетероструктуре со стороны гетерограницы должен быть сформирован оптически прозрачный слой с минимальными оптическими потерями и сопротивлением достаточным для накачки активной области. Это должно подбираться за счет комбинации требуемой толщины и уровня легирования слоя растекания. В конструкции должны быть реализованы условия для технологичного селективного удаления подложки без повреждения гетероструктуры. Для подавления эффекта упругих напряжений необходимо включать компенсирующие слои для увеличения полезной площади сращенных структур. Толщины, составы волноводных, барьерных и других функциональных слоев гетероструктуры должны позволять формировать связанный волновод, включающий A3B5 и КНИ волноводные части.

Разработанная технология МОС-гидридной эпитаксии должна позволять создавать конструкции полупроводниковых гетероструктур A3B5 для создания инжекционных источников лазерного излучения на длину волны 1300нм, которые включают волноводные структуры, для формирования связанных волноводов с ответной волноводной структурой КНИ, таких как оптические модуляторы, мультиплексоры, сплиттеры, резонаторы и другие элементы Фотонных Интегральных Схем.

Такие инжекционные источники лазерного излучения на длину волны 1300нм обеспечат возможность групповых операций при создании активных Фотонных Интегральных Схем в модулях телекоммуникационного оборудования и оборудования для центров обработки данных, вместо трудоемкой дискретной сборки.

5.2. Моделирование конструкций полупроводниковых гетероструктур A3B5, обеспечивающих создание инжекционных источников лазерного излучения на основе



связанных волноводов на длину волны 1300нм, реализованных за счет формирования планарных волноводных конструкций при гетерогенной интеграции КНИ/АЗВ5

Должна быть разработана численная трехмерная модель гетерогенно-интегрированного инжекционного источника лазерного излучения, включающего адиабатически изменяемые латеральные волноводы, сформированные в АЗВ5 и КНИ частях гетерогенно-интегрированной структуры. Разработанная численная модель для трехмерной геометрии гетерогенно-интегрированного инжекционного источника лазерного излучения должна обеспечивать расчет коэффициента пропускания, который характеризует перевод гибридной моды связанного волновода АЗВ5/КНИ в фундаментальную моду КНИ волновода, разработанной. Оптимизированные трехмерные конструкции гетерогенно-интегрированного инжекционного источника лазерного излучения должны демонстрировать работу на фундаментальной моде в КНИ волноводе и коэффициент пропускания не хуже 90%.

5.3. Изготовление экспериментальных образцов полупроводниковых гетероструктур АЗВ5 с использованием технологии МОС-гидридной эпитаксии, для создания инжекционных источников лазерного излучения на длину волны 1300нм при гетерогенной интеграции КНИ/АЗВ5.

5.4. Исследование характеристик экспериментальных образцов полупроводниковых гетероструктур АЗВ5, включающих волноводные структуры, полученных с использованием технологии МОС-гидридной эпитаксии, для создания инжекционных источников лазерного излучения на длину волны 1300нм при гетерогенной интеграции КНИ/АЗВ5.

Должны быть разработаны методики экспериментальных исследований оптических потерь в гетерогенно-интегрированных структурах АЗВ5/КНИ на основе связанных волноводов.

5.5. Испытания экспериментальных образцов полупроводниковых гетероструктур АЗВ5, включающих волноводные структуры полученных с использованием технологии МОС-гидридной эпитаксии.

На основе разработанных моделей должны быть исследованы оптические потери в гетерогенно-интегрированных структурах АЗВ5/КНИ на основе связанных волноводов.

5.6. Разработка ОНТД на разработанный технологический процесс роста методом МОС-гидридной эпитаксии полупроводниковых гетероструктур АЗВ5 для создания инжекционных источников лазерного излучения на длину волны 1300нм при гетерогенной интеграции КНИ/АЗВ5.

## **6. Технические требования к разрабатываемой технологии.**

### **6.1. Требования к составу технологического процесса.**

Технологический процесс должен быть реализован с использованием технологии МОС-гидридной эпитаксии.

Разрабатываемый технологический процесс должен быть согласован с технологическим процессом создания структуры со связанными волноводами при гетерогенной интеграции КНИ/АЗВ5.

Разрабатываемый технологический процесс должен быть реализован для планарных гетероструктур In-Ga-Al-As-P/InP, обеспечивающих оптическое усиление на длине волны 1300нм.

### **6.2. Требования к показателям назначения технологического процесса.**

Планарные гетероструктуры, включающие волноводные структуры, и, создаваемые на основе разработанного технологического процесса, которые предназначены для создания инжекционных источников лазерного излучения, на длину волны 1300нм при гетерогенной интеграции КНИ/АЗВ5.

Реализуемая технология планарных гетероструктур должна быть использована при создании инжекционных источников лазерного излучения на основе гетерогенно-



интегрированных структур АЗВ5/КНИ для высокоскоростных прямо-передающих модулей (ППМ).

Разрабатываемая технология должна обеспечивать для гетероструктуры:

- возможность создавать полупроводниковые гетероструктуры АЗВ5 включающие волноводные структуры для формирования связанных волноводов с волноводной структурой КНИ. Полупроводниковые гетероструктуры для гетерогенной интеграции предполагают инверсию легирования и всей последовательности слоев. В такой гетероструктуре со стороны гетерограницы должен быть сформирован оптически прозрачный слой с минимальными оптическими потерями и сопротивлением достаточным для накачки активной области. Всё это должно подбираться за счет комбинации требуемой толщины и уровня легирования слоя растекания. В конструкции должны быть реализованы условия для технологического селективного удаления подложки без повреждения гетероструктуры. Для подавления эффекта упругих напряжений необходимо включать компенсирующие слои для увеличения полезной площади сращенных структур. Толщины, составы волноводных, барьерных и других функциональных слоев гетероструктуры должны позволять формировать связанный волновод, включающий АЗВ5 и КНИ волноводные части.

- возможность получения оптимизированного дизайна планарных гетероструктур Al-In-Ga-As-P/InP с точки зрения состава, толщин, профилей легирования;

- рабочий спектральный диапазон из 1280-1360нм;

- реализацию многоямных активных областей с модальным оптическим усилением не менее  $30\text{см}^{-1}$ ;

- локальную шероховатость не хуже 3 нм на планарной поверхности структур на произвольном участке площадью 1 кв. мм, на пластине диаметром 2 дюйма;

- однородность длины волны фотолюминесценции активной области не хуже 3%;

- однородность толщин слоев не хуже 5%;

Разработанные планарные гетероструктуры должны демонстрировать возможность создания инжекционных источников лазерного излучения на длину волны 1300нм, реализованных за счет формирования планарных волноводных конструкций при гетерогенной интеграции КНИ/АЗВ5

Кристаллы тестовых торцевых Фабри-Перо источников лазерного излучения изготовленные из планарных гетероструктур АЗВ5, которые включают волноводные структуры для формирования связанных волноводов с волноводной структурой КНИ, должны быть смонтированы на теплоотводы и иметь следующие характеристики:

Режим работы – непрерывный

Длина волны излучения – из рабочего спектрального диапазона 1280-1360нм

Тип накачки – инжекционный

Рабочая температура из диапазона – 290-300К

Выходная мощность из диапазона– 1 -10мВт

Рабочие токи из диапазона – 5-50мА

Рабочее напряжение не более 2.5В

Длина резонатора из диапазона – 200-1000мкм

6.3. Требования к сырью и материалам.

Материалы, применяемые при изготовлении опытных и тестовых образцов, должны выбираться в соответствии с эксплуатационными требованиями и их конструктивно-технологическими, физико-механическими, электротехническими и другими свойствами.

6.4. Требования по эксплуатации, удобству технического обслуживания.

Не предъявляются.

6.5. Требования по ресурсосбережению.

Не предъявляются.

6.6. Требования по безопасности.

Не предъявляются.

6.7. Требования по видам обеспечения.

6.7.1. Требования к нормативно-техническому обеспечению.

Разрабатываемые отчетные документы должны соответствовать требованиям ГОСТ 7.32-2017.

6.7.2. Требования к метрологическому обеспечению.

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 8.417-2002, и сопровождаться характеристиками погрешностей, рекомендованных МИ 1317-2004.

## **7. Требования к структуре, составу и объему выполняемых работ.**

7.1. Требования к исходным данным, которые должны использоваться при выполнении проекта.

Не предъявляются.

7.2. Требования к составу и объему теоретических исследований.

Должно быть проведено моделирование, обосновывающее возможность получения оптимизированного дизайна планарных гетероструктур Al-In-Ga-As-P/InP с точки зрения состава, толщин, профилей легирования для инжекционных источников лазерного излучения на длину волны из спектрального диапазона из 1280-1360нм на основе гетерогенно-интегрированных КНИ /АЗВ5 структур со связанными волноводами.

В моделировании должен быть продемонстрирован вывод излучения лазерной моды связанного волновода, сформированного в гетерогенно-интегрированной КНИ /АЗВ5 планарной структуре, в волновод, сформированный в КНИ структуре.

7.3. Требования к составу, объему и качеству экспериментальных работ.

Количество лабораторных и экспериментальных образцов должно быть достаточным для выполнения задач НИР, и составлять: шесть лабораторных образцов. Количество образцов может изменяться при согласовании с организацией-Заказчиком технологического предложения.

Приемка промежуточных и окончательных результатов, в том числе экспериментальных образцов с проведением испытаний, может быть проведена в АО «ЗНТЦ», которое обладает полностью укомплектованной и сертифицированной измерительной и испытательной базой. Испытательный центр соответствует требованиям ГОСТ ИСО/МЭК 17025-2009 14 ЭС РД 005-201 (сертификат № ЭС 01.061.0072-2019).

7.4. Требования к метрологическому обеспечению экспериментальных исследований.

При проведении итоговых испытаний характеристики испытательного оборудования и средств измерений должны быть достаточными для подтверждения соответствия испытываемых структур установленным требованиям, при этом результаты измерений следует выражать в единицах величин, установленных в ГОСТ 8.417-2002.

7.5. Требования к разработке, изготовлению и испытаниям макетов (моделей, экспериментальных образцов).

7.5.1. Исполнителем должны быть изготовлены лабораторные образцы гетероструктур In-Ga-Al-As-P/InP для гетерогенно-интегрированных КНИ /АЗВ5 источников лазерного излучения с использованием базовой технологии роста методом МОС-гидридной эпитаксии.

7.5.2. Организацией-Исполнителем должны быть проведены исследования и характеристика разработанных лабораторных образцов планарных гетероструктур In-Ga-Al-As-P/InP, а также тестовых образцов гетерогенно-интегрированных КНИ /АЗВ5 структур по разработанным и согласованным с организацией-Заказчиком технологического предложения методикам.

7.5.3. По результатам измерений характеристик лабораторных образцов Исполнителем должна быть проведена корректировка базовых дизайнов гетероструктур In-Ga-Al-As-P/InP, базовой технологии роста гетероструктур In-Ga-Al-As-P/InP методом МОС-гидридной эпитаксии и параметров базовых технологических процессов для подготовки тестовых образцов.

7.5.4. По откорректированной документации организацией-Исполнителем должны быть изготовлены лабораторные образцы откорректированных конструкций планарных гетероструктур In-Ga-Al-As-P/InP, а также тестовых образцов гетерогенно-интегрированных КНИ /АЗВ5.

7.5.5. Организацией-Исполнителем должны быть проведены исследования и характеристика откорректированных конструкций лабораторных образцов планарных гетероструктур In-Ga-Al-As-P/InP, а также тестовых образцов гетерогенно-интегрированных КНИ /АЗВ5 структур по откорректированным и согласованным с организацией-Заказчиком технологического предложения методикам.

7.5.6. По результатам измерений откорректированных конструкций лабораторных образцов организацией-Исполнителем должна быть выпущена эскизная документация на базовую технологию роста методом МОС-гидридной эпитаксии гетероструктур In-Ga-Al-As-P/InP для гетерогенно-интегрированных КНИ /АЗВ5 источников лазерного излучения с целью достижения целевых характеристик.

7.5.7. По эскизной документации организацией-Исполнителем должны быть изготовлены экспериментальные образцы гетероструктур In-Ga-Al-As-P/InP для гетерогенно-интегрированных КНИ /АЗВ5 источников лазерного излучения на длину волны 1300нм.

7.6. Требования к проведению патентных исследований.

Проводятся патентные исследования по теме «Технология эпитаксиального роста полупроводниковых гетероструктур лазерных источников для гетерогенной интеграции Si/АЗВ5»

7.7. Требования к подготовке предложений (рекомендаций) по реализации результатов проекта.

Должны быть подготовлены предложения по реализации результатов проекта.

7.8. Требования к предполагаемым результатам исследований и чем должна заканчиваться работа по теме.

Разрабатываемая технология должна позволять реализовывать следующие основные параметры планарных гетероструктур:

- возможность получения оптимизированного дизайна планарных гетероструктур Al-In-Ga-As-P/InP с точки зрения состава, толщин, профилей легирования

- рабочий спектральный диапазон из 1280-1360нм

- реализация многоярных активных областей с модальным оптическим усилением не менее  $30\text{см}^{-1}$

- локальная шероховатость не хуже 3нм для 80% площади центральной части планарной поверхности структур диаметром 2 дюйма

- однородность длины волны фотолюминесценции активной области не хуже 3% для 80% площади центральной части планарной поверхности структур на пластинах диаметром 2 дюйма

- однородность толщин слоев не хуже 5% для 80% площади центральной части планарной поверхности структур на пластинах диаметром 2 дюйма

Разработанные планарные гетероструктуры должны демонстрировать возможность создания инжекционных источников лазерного излучения на длину волны 1300нм, реализованных за счет формирования планарных волноводных конструкций при гетерогенной интеграции КНИ/АЗВ5.

Разработанная технология МОС-гидридной эпитаксии должна позволять создавать конструкции полупроводниковых гетероструктур АЗВ5, для формирования связанных

волноводов, для которых часть волноводной структуры сформирована в АЗВ5 гетероструктуре, а другая часть в структуре КНИ.

Разработанные планарные гетероструктуры для гетерогенной интеграции КНИ/АЗВ5 должны демонстрировать возможность создания торцевых Фабри-Перо источников лазерного излучения со следующими характеристиками:

Режим работы – непрерывный

Длина волны излучения – из рабочего спектрального диапазона 1280-1360нм

Тип накачки – инжекционный

Рабочая температура из диапазона – 290-300К

Выходная мощность из диапазона– 1 -10мВт

Рабочие токи из диапазона – 5-50мА

Рабочее напряжение не более 2.5В

Длина резонатора из диапазона – 200-1000мкм

Кристаллы тестовых торцевых Фабри-Перо источников лазерного излучения должны быть смонтированы на теплоотводы

7.9. Требования к перечню (составу и видам) разрабатываемых документов.

В результате выполнения Проекта должна быть разработана следующая научно-техническая и технологическая информация:

7.9.1. Отчет о НИР в соответствии с ГОСТ 7.32-2017

7.9.2. Отчеты о патентных исследованиях в соответствии с ГОСТ Р 15.011-2022.

7.9.3. Эскизная документация на базовую технологию роста методом МОС-гидридной эпитаксии экспериментальных образцов гетероструктур In-Ga-Al-As-P/InP для гетерогенно-интегрированных КНИ /АЗВ5 источников лазерного излучения

7.9.4. Маршрутные карты изготовления лабораторных и экспериментальных образцов

7.9.5. Акты изготовления лабораторных и экспериментальных образцов.

7.9.6. Методики исследования лабораторных и экспериментальных образцов.

7.9.7. Протоколы исследования лабораторных образцов.

7.9.8. Программа и методики испытаний экспериментальных образцов.

7.9.9. Протоколы испытаний экспериментальных образцов.

В программу испытаний должны быть включены перечни конкретных проверок (решаемых задач, оценок), для подтверждения выполнения требований ТЗ со ссылками на соответствующие методики испытаний.

Методики и испытаний должны включать:

- оцениваемые характеристики продукции;
- условия и порядок проведения испытаний;
- способы обработки, анализа и оценки результатов испытаний;
- используемые средства испытаний, контроля и измерений;
- отчетность.

7.10. Требования к порядку согласования с организацией-Заказчиком технологического предложения 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 должны быть разработаны и согласованы с организацией-Заказчиком технологического предложения. При необходимости программы и методики могут дорабатываться на последующих этапах работы с последующим их согласованием с организацией-Заказчиком технологического предложения.

7.11. Требования к согласованию технологических процессов

Разрабатываемый технологический процесс должен быть согласован с технологическим процессом создания структуры со связанными волноводами при гетерогенной интеграции КНИ/АЗВ5.

Технологический процесс создания структур со связанными волноводами при гетерогенной интеграции КНИ/АЗВ5 должен проводиться организацией-Заказчиком технологического предложения.

Гетерогенная интеграция КНИ /АЗВ5 структур должна проводиться организацией-Заказчиком технологического предложения с использованием разработанных в проекте образцов гетероструктур In-Ga-Al-As-P/InP.

Гетерогенно-интегрированные КНИ /АЗВ5 структуры для тестовых образцов источников лазерного излучения на длину волны 1300нм должны быть предоставлены организацией-Заказчиком технологического предложения и основаны на разработанных в проекте образцах гетероструктур In-Ga-Al-As-P/InP.

7.12. Требования по обеспечению сохранения коммерческой тайны.

Не предъявляются.

7.13. Требования по расчету планируемого экономического эффекта от реализации результатов проекта.

Не предъявляются.

7.14. Требование необходимости согласования ТЗ с головным научно-исследовательским институтом по виду техники (деятельности).

Не предъявляются.

7.15. Требование необходимости привлечения организации-рецензента и направления ОНТД на рецензию перед рассмотрением на НТС (секции НТС).

Не предъявляются.

7.16. Другие требования в зависимости от специфики выполняемого проекта.

Не предъявляются.

## **8. Порядок приемки проекта (этапов проекта).**

Порядок выполнения и приемки НИР должен соответствовать ГОСТ Р 15.101-2021. На каждом этапе должна проводиться приемка результатов: 1 и 2 этап- промежуточные, 3 этап –приемка итоговых результатов.

Промежуточные результаты принимаются на территории организации-Исполнителя. Итоговые результаты, при необходимости, могут приниматься на территории Заказчика.

На этапах приемки результатов должны быть разработаны и согласованы методики исследований (для промежуточных результатов) и испытаний (для итоговых результатов), регламент проведения приемочных испытаний.

В приемку промежуточных и итоговых результатов, при необходимости, может входить приемка РИД, полученных при реализации проекта и оформление документов (например, лицензионных соглашений) использования РИД.

Программа и методики испытаний должны быть разработаны на основе требований ТЗ, с использованием, при необходимости, типовых программ, типовых (стандартизованных) методик испытаний и стандартов в части организации и проведения испытаний.

Программа испытаний должна содержать следующие пункты:

- Объект испытаний;
- Цель испытаний;
- Объем испытаний;
- Условия и порядок проведения испытаний;
- Материально-техническое обеспечение испытаний;
- Метрологическое обеспечение испытаний;
- Ответность по испытаниям.

Состав работ и отчетности по этапам:

1 этап



- Разработка базового дизайна гетероструктуры In-Ga-Al-As-P/InP для гетерогенно-интегрированных КНИ /АЗВ5 источников лазерного излучения.
- Разработка базовой технологии роста методом МОС-гидридной эпитаксии гетероструктур In-Ga-Al-As-P/InP для гетерогенно-интегрированных КНИ /АЗВ5 источников лазерного излучения.
- Создание лабораторных образцов гетероструктур In-Ga-Al-As-P/InP для гетерогенно-интегрированных КНИ /АЗВ5 источников лазерного излучения с использованием базовой технологии роста методом МОС-гидридной эпитаксии.
- Разработка базовых технологических процессов для тестовых образцов на основе гетерогенно-интегрированных КНИ /АЗВ5 структур для источников лазерного излучения на длину волны 1300нм.
- Разработка методик исследования и характеристики лабораторных образцов гетероструктур In-Ga-Al-As-P/InP. Согласование методик с организацией-Заказчиком технологического предложения.
- Исследования и характеристика разработанных лабораторных образцов планарных гетероструктур In-Ga-Al-As-P/InP, а также тестовых образцов гетерогенно-интегрированных КНИ /АЗВ5 структур.
- Регистрация РИД.
- Согласование методик исследования и регламента приемки промежуточных результатов с организацией-Заказчиком технологического предложения.

#### 2 этап

- Корректировка базовых дизайнов гетероструктур In-Ga-Al-As-P/InP для гетерогенно-интегрированных КНИ /АЗВ5 источников лазерного излучения на основе полученных результатов 1 этапа.
- Корректировка параметров базовой технологии роста методом МОС-гидридной эпитаксии гетероструктур In-Ga-Al-As-P/InP для гетерогенно-интегрированных КНИ/АЗВ5 источников лазерного излучения с целью достижения целевых характеристик.
- Создание лабораторных образцов гетероструктур In-Ga-Al-As-P/InP для гетерогенно-интегрированных КНИ /АЗВ5 источников лазерного излучения с использованием скорректированной базовой технологии роста методом МОС-гидридной эпитаксии.
- Корректировка параметров базовых технологических процессов для подготовки тестовых образцов на основе гетерогенно-интегрированных КНИ /АЗВ5 структур для источников лазерного излучения на длину волны 1300нм.
- Корректировка методик исследования и характеристики лабораторных образцов гетероструктур In-Ga-Al-As-P/InP.
- Исследования и характеристика разработанных откорректированных конструкций планарных гетероструктур In-Ga-Al-As-P/InP, а также тестовых образцов гетерогенно-интегрированных КНИ /АЗВ5 структур. Согласование методик с организацией-Заказчиком технологического предложения.
- Регистрация РИД.

Права на РИДы, возникающие в ходе реализации технологического предложения принадлежат организации-Исполнителю и организации-Заказчику технологического предложения в равных долях, распоряжение правом исключительное, совместное и безвозмездное для каждой из сторон, авторские/лицензионные отчисления за использование третьими лицами делятся пропорционально долям владения.

Права на остальные результаты Проекта, которые не оформлены как РИД, такие как отчеты, технологии, конструкторская и технологическая документация (далее – КД и ТД), математические модели, результаты исследований и экспериментов и др. исключительные и совместные у организации-Заказчика технологического предложения и организации-Исполнителя.

#### 3 этап



- Выпуск эскизной документации на базовую технологию роста методом МОС-гидридной эпитаксии гетероструктур In-Ga-Al-As-P/InP для гетерогенно-интегрированных КНИ /АЗВ5 источников лазерного излучения с целью достижения целевых характеристик.
- Создание экспериментальных образцов гетероструктур In-Ga-Al-As-P/InP для гетерогенно-интегрированных КНИ /АЗВ5 источников лазерного излучения на длину волны 1300нм.
- Демонстрация тестовых образцов источников лазерного излучения на длину волны 1300нм на основе экспериментальных образцов гетероструктур In-Ga-Al-As-P/InP, и, созданных из гетерогенно-интегрированных КНИ /АЗВ5 структур.
- Регистрация РИД.
- Согласование с организацией-Заказчиком технологического предложения методик испытаний и регламента приемки окончательных результатов на площадке организации-Заказчика технологического предложения.
- Приемка всей работы, оформление лицензионного соглашения на РИД с предприятиями отрасли для выполнения последующих этапов работ.

**9. Перечень научно-технической документации, регламентирующий выполнение поставленных организацией-Заказчиком технологического предложения требований и проекта в целом.**

Маршрутные карты изготовления лабораторных и экспериментальных образцов должны соответствовать – ГОСТ 3.1118-82.

Обозначение, оформление содержание программы и методик испытаний должны соответствовать – ГОСТ 3.1507-84.

Методики испытаний, применяемые для определения соответствия продукции обязательным требованиям, если они не являются типовыми (стандартизованными) методиками, должны быть согласованы между организацией-Исполнителем и организацией-Заказчиком технологического предложения и, при необходимости, могут быть аттестованы в установленном порядке и согласованы с соответствующими государственными надзорными органами.

Технические требования (исходные данные) организации-Заказчика  
технологического предложения Проекта № 5

**Код классификатора по направлению «Микроэлектроника»**

11-241, 11-232

**2. Наименование технологического предложения.**

Разработка САПР для создания ячеек энергонезависимой памяти на основе технологий ReRAM, FeRAM, MRAM, разработка технологии аналитических исследований элементов ЭКБ с резистивным переключением и технологических процессов атомно-слоевого травления и диагностики плазменных процессов.

**3. Организация-Заказчик технологического предложения.**

Акционерное общество «Научно-исследовательский институт молекулярной электроники» (АО «НИИМЭ»).

**4. Наименование проекта и вид научных исследований.**

Разработка программных средств системы автоматизированного проектирования ЭКБ для создания ячеек энергонезависимой памяти на основе технологий ReRAM, FeRAM, MRAM, шифр CoBa.

Проект предусматривает проведение прикладных научных исследований.

**5. Задачи выполнения проекта.**

5.1. Разработка демонстраторов Программного обеспечения (ПО) и Базы Данных(БД) по элементам энергонезависимой памяти на основе технологий ReRAM.

5.1.1. Разработка прототипов блоков ПО «CoBa» пользовательского интерфейса. Изготовление прототипа программы пользовательского интерфейса.

5.1.2. Разработка блоков эскизных решателей (программных модулей) и изготовление прототипов программ для квантово-механического и наноуровневого моделирования.

5.1.3. Разработка Базы данных и изготовление соответствующего прототипа Базы данных по структурам и их свойствам для энергонезависимой памяти на основе технологии ReRAM.

5.1.4. Сборка демонстраторов ПО для создания ячеек энергонезависимой памяти ReRAM. Разработка архитектуры сопряжения блоков.

5.1.5. Проведение испытаний изготовленных прототипов программы пользовательского интерфейса, программных модулей для квантово-механического и наноуровневого моделирования и Базы данных. Верификация демонстраторов для элементов энергонезависимой памяти ReRAM.

5.1.6. Проект программной документации с описанием пользовательского интерфейса и управляющих систем.

5.2. Разработка ПО «CoBa» и Баз данных по элементам энергонезависимой памяти на основе технологий FeRAM и MRAM.

5.2.1. Разработка программных блоков и изготовление прототипов программ для полнофункционального пользовательского интерфейса ПО «CoBa»(без визуализации).

5.2.2. Разработка программных блоков сервисов сценариев и изготовление прототипов программ для многоуровневого моделирования.

5.2.3. Разработка Базы данных и изготовление соответствующих прототипов Баз данных по структурам и свойствам для энергонезависимой памяти на основе технологий FeRAM и MRAM.

5.2.4. Проведение испытаний изготовленных прототипов программ полнофункционального пользовательского интерфейса ПО «СоВа», программ для многоуровневого моделирования, Баз данных по структурам и свойствам для создания ячеек энергонезависимой памяти FeRAM, MRAM. Верификация демонстраторов для элементов энергонезависимой памяти на основе технологий FeRAM и MRAM.

5.2.5. Сборка ПО для создания ячеек энергонезависимой памяти FeRAM, MRAM.

5.2.6. Программная документация с описанием полнофункционального пользовательского интерфейса, управляющих систем, программы и методики испытаний, и руководством пользователя.

5.3. Изготовление САПР путем сборки ПО «СоВа» из его составных частей и Баз Данных для автоматизированного проектирования ЭКБ для создания ячеек энергонезависимой памяти на основе технологий ReRAM, FeRAM, MRAM.

5.3.1. Разработка и изготовление прототипа полнофункционального пользовательского интерфейса ПО «СоВа» с визуализацией.

5.3.2. Разработка и изготовление прототипов программных блоков и сервисов решателей для моделирования на разных масштабных уровнях с возможностями автоматизации расчетных решений.

5.3.3. Разработка аналитической Базы данных и изготовление прототипа программы для сбора и хранения результатов вычислительных экспериментов, данных лабораторных исследований и других источников необходимых для создания ячеек энергонезависимой памяти на основе технологий ReRAM, FeRAM, MRAM.

5.3.4. Разработка Блока решения обратных оптимизационных задач и изготовление прототипов программ для создания ячеек энергонезависимой памяти.

5.4. Испытания изготовленных прототипов и верификация ПО:

5.4.1. путем сопоставления решений с помощью ПО «СоВа» с экспериментальными данными, полученными на структурах ReRAM;

5.4.2. путем сопоставления решений с помощью ПО «СоВа» с экспериментальными данными, полученными на структурах FeRAM;

5.4.3. путем сопоставления решений с помощью ПО «СоВа» с экспериментальными данными, полученными на структурах MRAM;

5.4.4. Разработка ОНТД, разработка описания и паспорта ПО «СоВа».

## **6. Технические требования к разрабатываемой системе автоматизированного проектирования (САПР).**

Указывают требования, определяемые назначением продукции, условиями его применения (хранения), с учетом номенклатуры групп основных требований, установленных в НД:

6.1. Требования к составу программного обеспечения.

В соответствии с ГОСТ Р 70291 – 2022 «СОСТАВ И СТРУКТУРА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ», составными структурными частями САПР являются подсистемы, в которых при помощи специализированных комплексов средств решается функционально законченная последовательность задач САПР.

6.1.1. По назначению подсистемы разделяют на проектирующие и обслуживающие.

6.1.2. Проектирующие подсистемы имеют объектную ориентацию и реализуют определенный этап (стадию) проектирования или группу непосредственно связанных проектных задач:

- подсистема расчета физических процессов, протекающих в ячейке FeRAM;
- подсистема расчета физических процессов, протекающих в ячейке MRAM;
- подсистема расчета физических процессов, протекающих в ячейке ReRAM;
- блок решения обратных оптимизационных задач

6.1.3. Обслуживающие подсистемы имеют общесистемное применение и обеспечивают поддержку функционирования проектируемых подсистем, а также оформление, передачу и выдачу полученных в них результатов:

- База данных по структурам и свойствам для создания ячеек энергонезависимой памяти ReRAM;
- База данных по структурам и свойствам для создания ячеек энергонезависимой памяти FeRAM;
- База данных по структурам и свойствам для создания ячеек энергонезависимой памяти MRAM;
- аналитическая База данных для автоматизации расчетов;
- пользовательский интерфейс (подсистема графического ввода/вывода).

## 6.2. Требования к функциональным характеристикам.

Разрабатываемая система должна удовлетворять следующим функциональным характеристикам:

6.2.1. Состоит из трех подсистем, используемых для создания ячеек энергонезависимой памяти на основе технологий ReRAM, FeRAM, MRAM с соответствующими Базами данных по элементам и их структурам, объединенных общим пользовательским интерфейсом.

6.2.2. Обладает иерархической структурой, позволяющей проводить геометрическое описание наноразмерных и микроразмерных структур энергонезависимой памяти и их интеграцию.

6.2.3. Построена по модульному принципу, позволяющему расширять возможности системы в процессе создания и эксплуатации. Состоит из программных блоков, с программно-реализованными физико-математическими моделями, компактными моделями, аналитической Базой данных для автоматизации расчетов, Базами данных по структурам и свойствам для создания ячеек энергонезависимой памяти на основе технологий ReRAM, FeRAM, MRAM.

6.2.4. Предоставляет возможность проведения многоуровневых и распараллеленных расчетов в автоматизированном режиме на высокопроизводительных программных комплексах.

6.2.5. Предоставляет возможность компьютерной симуляции процессов в структурах энергонезависимой памяти на нано и микроуровнях, изучать поведение элементов энергонезависимой памяти в критических режимах при превышении допустимых параметров.

6.2.6. Предоставляет возможность использовать средства визуализации результатов вычислительных экспериментов и интеллектуального анализа данных, для анализа результатов и принятия решения на основе полученной информации

6.2.7. Предоставляет возможность интеграции с существующими TCAD решениями.

6.2.8. Для информационного обмена между компонентами используется протокол REST и формат данных JSON.

6.2.9. Режим функционирования системы круглосуточный, без особых требований к доступности.

6.2.10. В системе должен быть предусмотрен необходимый функционал для диагностики возникающих сбоев и системных ошибок.

6.2.11. Система должна обеспечивать пополнение, совершенствование и обновление составных частей САПР, а также взаимодействие и расширение взаимосвязи с автоматизированными системами различного уровня и функционального назначения.

## 6.3. Требования к надёжности.

Программа должна удовлетворять требованиям к завершенности, готовности, отказоустойчивости и восстанавливаемости программного продукта

## 6.4. Требования к составу и параметрам технических средств.

-Intel-совместимый 64-битный процессор с минимум 8 ядрами и 16 гигабайтами оперативной памяти, 20 гигабайт свободного места на жестком диске.

-Для компонентов сервисов программных модулей (для каждого модуля): Intel-совместимый 64-битный процессор с минимум 4 ядрами и 2 гигабайтами оперативной памяти, 10 гигабайт свободного места на жестком диске.

-Для компонентов базы данных: Intel-совместимый 64-битный процессор с минимум 8 ядрами и 16 гигабайтами оперативной памяти, 100 гигабайт свободного места на жестком диске с возможностью увеличения по мере наполнения базы данных.

-Для клиентов: 4 гигабайта оперативной памяти, процессор с минимум 2 ядрами и 1 гигабайтом свободного места на жестком диске (для создания и редактирования сценариев).

6.5. Требования к информационной и программной совместимости.

Компоненты программного обеспечения САПР должны обеспечивать ГОСТ Р 70291 – 2022 п. 6.3):

- информационную совместимость проектирующих и обслуживающих подсистем САПР;

- независимость данных на логическом и физическом уровнях, в том числе инвариантность к программному обеспечению. Возможность одновременного использования данных из различных БД и различными пользователями;

- возможность интеграции неоднородных БД для их совместного использования различными подсистемами САПР;

- возможность наращивания БД;

- контролируемую избыточность данных.

6.6. Требования к маркировке и упаковке.

Готовое программное изделие и документация поставляется на компакт-дисках в стандартной упаковке. Один комплект программной документации должен быть распечатан с помощью лазерного принтера на листах формата А4 и иметь типографский переплет.

6.7. Требования к транспортированию и хранению.

Компоненты программного обеспечения должны размещаться на машинных носителях информации, позволяющих осуществлять как долговременное хранение документов, так и их оперативный вывод в форматах, установленных соответствующими стандартами (ГОСТ Р 70291 – 2022 п.6.3.2).

6.8. Требования по стандартизации и унификации.

Унификация на стадии разработки САПР должна обеспечиваться единообразным подходом к решению однотипных задач контроля и управления (типизацией алгоритмических модулей) и созданием унифицированных компонентов информационного, лингвистического, программного и технического обеспечений.

Взаимодействие пользователей с прикладным программным обеспечением, входящим в состав САПР должно осуществляться посредством визуального графического интерфейса. Экранные формы должны проектироваться с учетом требований унификации

6.9. Другие требования в зависимости от специфики, выполняемого проекта.

Для компонентов сервисов решателей (программных модулей) (для каждого сервиса) необходимо использовать:

-Операционную систему семейства Linux Ubuntu 16.04+ или Debian 10+

-Платформу Java версии 11 или выше.

-СУБД MongoDB 4.2 или выше

## **7. Требования к структуре, составу и объему выполняемых работ**

7.1. Требования к структуре, составу и объему теоретических исследований.

Структура, состав и объем теоретических исследований должны соответствовать поставленным задачам и должны позволить оценить полноту и качество исполнения проектных решений.

7.2. Требования к исходным данным, которые должны использоваться при выполнении проекта.

Исходные данные должны быть получены из сертифицированных профильных лабораторий или из опубликованных в высокорейтинговых рецензируемых изданиях

7.3. Требования к структуре, составу, объему и качеству экспериментальных работ.

Структура, состав, объем и качество экспериментальных работ должны соответствовать полному решению задач, связанных с верификацией результатов вычислительных экспериментов, полученных с помощью разработанной САПР (ПО «СоВа»).

7.4. Требования к метрологическому обеспечению экспериментальных исследований.

Метрологическое обеспечение экспериментальных исследований должно удовлетворять следующим требованиям к средствам измерения:

- максимально соответствовать тематике, цели и задачам НИР;
- обеспечивать высокую производительность труда экспериментальных работ;
- обеспечивать требуемое качество экспериментальных работ;
- в наибольшей степени исключать систематические ошибки;
- иметь высокую экономическую эффективность;
- обеспечивать требования техники безопасности и пожарной профилактики.

7.5. Требования к разработке, изготовлению и испытаниям макетов (моделей, экспериментальных образцов), в зависимости от характера (специфики) выполняемого проекта и требований отраслевых стандартов.

При разработке макетов (моделей экспериментальных образцов) должны быть учтены возможности использования в конструкции образца продукции заимствованных составных частей, блочно-модульного принципа конструирования, применения образца продукции и его составных частей в качестве базовых для создания их модификации, а также разработаны предложения по использованию в конструкции изделия унифицированных конструктивных элементов, а также типовых конструктивно-технологических решений и прогрессивных технологий.

Макеты должны быть изготовлены по эскизным конструкторским документам.

Испытания макетов должны проводиться по утвержденным программам и методикам исполнителя НИР в соответствии с ГОСТ 19.301-79.

Место проведения испытаний согласуется с организацией-Заказчиком технологического предложения НИР АО «НИИМЭ».

Результаты испытаний макетов оформляют протоколом (актом) испытаний. Форму протокола (акта) испытаний устанавливает исполнитель НИР.

7.6. Требования к проведению патентных исследований.

Свидетельства о государственной регистрации программ по проекту ПО «СоВа» должны быть включены в состав отчетной документации по проекту.

7.7. Требования к подготовке предложений (рекомендаций) по реализации результатов проекта.

В ходе выполнения проекта должны быть подготовлены предложения (рекомендации) по реализации результатов проведенных исследований и выделены области применимости разработанного ПО «СоВа».

7.8. Требования к предполагаемым результатам исследований и чем должна заканчиваться работа по теме.

В качестве результатов исследований должны выступать полностью решенные задачи проекта. Работа по теме должна заканчиваться установкой программного обеспечения ПО «СоВа» на вычислительных комплексах организации-Заказчика



технологического предложения, системной интеграцией разработанного ПО «CoBa» с существующими системами, такими как САD-системы, SPICE (Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis), программы для анализа данных, сопровождение программного обеспечения.

7.9. Требования к перечню (составу и видам) разрабатываемых документов.

Разрабатываемые отчетные документы должны быть представлены в соответствии с требованиями ГОСТ 7.32-2017.

Разработанный комплект программной документации для макета ПО «CoBa», должен включать:

- Описание программы в соответствии с ГОСТ 19.402-78;
- Руководство программиста в соответствии с ГОСТ 19.504-79;
- Программу и методику испытаний в соответствии с ГОСТ 19.301-79;
- Акт и протоколы испытаний.

7.10. 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 должно проходить в 3 этапа в АО «НИИМЭ» в соответствии с ТЗ по этапам с приемкой отчетов по соответствующим этапам, оформленным по ГОСТ, а также программной и другой технической документацией, оформленной в соответствии с требованиями ГОСТ.

7.11. Требования по обеспечению сохранения коммерческой тайны.

Коммерческая тайна должна сохраняться на протяжении всего срока выполнения проекта.

7.12. Требования по расчету планируемого экономического эффекта от реализации результатов проекта.

В результате выполнения проекта должны быть сформированы методики расчета и проведены соответствующие действия по определению экономического эффекта от реализации результатов проекта.

7.13. Требование необходимости согласования ТЗ с головным научно-исследовательским институтом по виду техники (деятельности)

Не предъявляются.

7.14. Требование необходимости привлечения организации-рецензента и направления ОНТД на рецензию перед рассмотрением на НТС (секции НТС).

Не предъявляются.

7.15. Другие требования в зависимости от специфики выполняемого проекта.

Не предъявляются.

## **8. Порядок приемки проекта (этапов проекта)**

8.1. Требования к порядку приемки проекта и его этапов:

Приемка этапов НИР производится в соответствии с ГОСТ Р 15.101-2021 «ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ» п. 5.2

Приемка НИР в целом производится в соответствии с ГОСТ Р 15.101-2021 «ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ» п. 5.3

8.2. Этапы приемки проекта.

1 этап. 12 месяцев от начала проекта.

Отчет о НИР.

Тестирование разработанных программных средств, включая прототип программы пользовательского интерфейса, прототипы программных модулей для квантово-механического и наноразмерного моделирования, прототип Базы данных по структурам и их свойствам для энергонезависимой памяти на основе технологии ReRAM.

Проект программной документации с описанием пользовательского интерфейса и управляющих систем.

2 этап. 24 месяца от начала проекта.

Отчет о НИР.

Тестирование прототипов программ полнофункционального пользовательского интерфейса ПО «СоВа», программ для многоуровневого моделирования, Баз данных по структурам и свойствам для создания ячеек энергонезависимой памяти FeRAM, MRAM.

Проект программной документации с описанием полнофункционального пользовательского интерфейса, управляющих систем, программы и методики испытаний, и руководством пользователя.

3 этап. 36 месяцев от начала проекта.

Отчет о НИР.

Тестирование разработанной среды автоматизированного проектирования элементов энергонезависимой памяти, аналитической Базы данных и прототипа программы для сбора и хранения результатов вычислительных экспериментов, данных лабораторных исследований, блока решения обратных оптимизационных задач для создания ячеек энергонезависимой памяти на основе технологий ReRAM, FeRAM, MRAM.

Программная документация с описанием полнофункционального пользовательского интерфейса с визуализацией, управляющих систем, программы и методики испытаний, руководством пользователя.

8.3. Приемка программного изделия производится путем проведения испытаний (исполнения тестовых сценариев), описанных в «программе и методике испытаний» на тестовом стенде в присутствии заказчика или представителей организации-Заказчика технологического.

8.4. По результатам испытаний отмечаются дефекты и их приоритет, готовится акт проведения испытаний, в котором указываются результаты и замечания.

8.5. Критерием успешных испытаний является отсутствие критических дефектов и наличие не более 2 дефектов высокого приоритета.

8.6. Весь комплект документации должен быть предоставлен к приемке последнего этапа проекта.

8.7. Промежуточные версии «Программы и методики испытаний» готовятся к приемке соответствующего этапа проекта и согласуются с организацией-Заказчиком технологического предложения до начала испытаний. 0.42 см.

## **9. Перечень научно-технической документации, регламентирующий выполнение поставленных организацией-Заказчиком технологического предложения требований и проекта в целом.**

9.1. Требования к документации. Документация к программному продукту должна быть разработана в соответствии со стандартом Единой системы программной документации (ЕСПД) в следующем составе:

ГОСТ 19.402-78	ЕСПД. Описание программы
ГОСТ 19.301-79	ЕСПД. Программа и методика испытаний
ГОСТ 19.504-79	ЕСПД. Руководство программиста
ГОСТ 19.505-79	ЕСПД. Руководство оператора
ГОСТ 19.508-79	ЕСПД. Руководство по техническому обслуживанию

Технические требования (исходные данные) организации-Заказчика  
технологического предложения Проекта № 6

**1. Код классификатора по направлению «Микроэлектроника»**

11-511, 11-512

**2. Наименование технологического предложения.**

Доработка критических элементов отечественной стандартной технологии в целях организации серийного производства бескорпусных GaAs СВЧ МИС с проектной нормой до 0,25 мкм для радиоаппаратуры систем навигации, телекоммуникации и радиолокации диапазона частот до 40ГГц.

**3. Организация-Заказчик технологического предложения.**

Акционерное общество Центральное конструкторское бюро автоматики (АО ЦКБА).

**4. Наименование проекта и вид научных исследований.**

4.1. Доработка критических элементов технологии в целях организации серийного производства бескорпусных GaAs СВЧ МИС с проектной нормой до 0,25 мкм для радиоаппаратуры систем навигации, телекоммуникации и радиолокации диапазона частот до 40ГГц.

4.2. Проект предусматривает проведение прикладных научных исследований.

**5. Задачи выполнения проекта.**

5.1. Теоретические исследования способов статистического управления технологическими процессами.

5.2. Анализ среднего выхода годных тестовых структур параметрического монитора на выходном контроле пластин, изготовленных Исполнителем за период с даты ввода технологического процесса в тестовую эксплуатацию (регистрации технических условий (ТУ) на библиотеку стандартных элементов).

5.3. Выявление критических блоков технологического процесса путем определения выхода годных тестовых структур параметрического монитора внутри технологических блоков при изготовлении пластин Исполнителем за тот же период.

5.4. Доработка и оптимизация выявленных критических блоков технологического процесса с определением целевых показателей выхода годных тестовых структур параметрического монитора внутри технологических блоков.

5.5. Апробация технологического процесса с доработанными технологическими блоками путем изготовления не менее 4 (четырёх) библиотечных пластин, с определением выхода годных тестовых структур параметрического монитора внутри технологических блоков и на выходном контроле.

5.6. Анализ данных апробации технологического процесса и принятие решения о достаточности/недостаточности проведенной доработки критических технологических блоков.

5.7. Разработка верификационных схем и технологической оснастки (фотошаблонов) с целью подтверждения готовности технологии к освоению серийного производства.

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

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

5.10. Статистическая обработка и анализ данных, принятие решения о достаточности уровня готовности технологии к организации серийного производства.

5.11. Подготовка промежуточных и заключительного научно-технических отчетов по результатам выполнения этапов и проекта в целом.

## **6. Технические требования к разрабатываемой технологии.**

6.1. Требования к составу технологического процесса.

6.1.1. В целях выполнения Проекта Исполнителем должна быть использована отечественная стандартная технология, включающая в себя типовой технологический процесс с проектной нормой до 0,25 мкм и комплексный инструмент проектирования на основе библиотеки стандартных элементов, изготавливаемой по данному типовому технологическому процессу.

6.1.2. Типовой технологический процесс должен позволять изготавливать на пластине GaAs наборы стандартных элементов, включающие в себя:

- полевые транзисторы усилительного и ключевого применения с длиной затвора Шоттки до 0,25 мкм и различными топологическими размерами пальцев;
- металл-диэлектрик-металл (МДМ) конденсаторы с одним и двумя 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).

6.1.3. Типовой технологический процесс должен включать в себя технологические блоки формирования следующих элементов топологии:

- омические контакты;
- межприборная изоляция;
- ярлыки и якоря затворов;
- затворы;
- нулевой уровень металлизации;
- окна в первом диэлектрике;
- тонкопленочные резисторы (трех типов);
- первый уровень металлизации;
- окна во втором диэлектрике;
- окна в планаризации, опоры мостов;
- второй уровень металлизации;
- окна в защите;
- дорожки реза обратной стороны пластины;
- сквозные металлизированные отверстия.

6.1.4. Стабильность выполнения типового технологического процесса должна включать в себя последовательность контрольно- измерительных операций, как внутри технологических блоков (межоперационной контроль), так и выходной контроль с возможностью картографирования.

6.1.5. Для контроля стабильности типового технологического процесса на каждой пластине должны быть размещены параметрические мониторы (ПМ) в количестве не менее 12 шт. Состав тестовых структур (ТС) ПМ приведен в таблице 1.

Таблица 1

Наименование	Обозначение тестовых структур
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.	ТС1
ПТШ для усилительного применения с шириной затвора 50 мкм, контактные площадки для измерений на постоянном токе, линии подводов сформированы омическими контактами.	ТС2
ПТШ для усилительного применения с шириной затвора 50 мкм, контактные площадки для измерений на постоянном и СВЧ токах, линии подводов сформированы омическими контактами.	ТС3
Тонкопленочный резистор TFR1 два квадрата Удельное сопротивление 50 Ом/□	ТС4
Тонкопленочный резистор TFR2 два квадрата Удельное сопротивление 600 Ом/□	ТС5
Тонкопленочный резистор TFR3 два квадрата Удельное сопротивление 1700 Ом/□	ТС6
Тестовая структура для контроля контактного и слоевого сопротивлений Mesa Удельное сопротивление 160 Ом/□	ТС7
Конденсатор металл-диэлектрик-металл 3 типа MIMCAP3. Удельная ёмкость 155 пФ/мм <sup>2</sup>	ТС8
Конденсатор металл-диэлектрик-металл-диэлектрик-металл MIMIMCAP. Удельная ёмкость 605 пФ/мм <sup>2</sup>	ТС9
Конденсатор металл-диэлектрик-металл 1 типа MIMCAP1. Удельная ёмкость 310 пФ/мм <sup>2</sup>	ТС10
Конденсатор металл-диэлектрик-металл 2 типа MIMCAP2. Удельная ёмкость 310 пФ/мм <sup>2</sup>	ТС11
Тестовая структура затвор-струна с шириной затвора 55 мкм и длиной 0,25 мкм. «ом. контакты».	ТС12
Тестовая структура затвор-струна с шириной затвора 55 мкм и длиной 0,25 мкм.	ТС13
Тестовая структура шириной 100 мкм с зазором 5 мкм (изоляция).	ТС14
Структура для проверки контактного сопротивления DC-зондов.	ТС15
Структура для контроля сопротивления металлизированных отверстий.	ТС16
Цепочка контактов «металлизация нулевого уровня – металлизация первого уровня».	ТС17
Цепочка контактов «металлизация первого уровня – металлизация второго уровня».	ТС18
Цепочка контактов «металлизация нулевого уровня – металлизация второго уровня».	ТС19
Линия металлизации меандр нулевого уровня.	ТС20
Линия металлизации меандр первого уровня.	ТС21
Линия металлизации меандр второго уровня.	ТС22
Катушка индуктивности, с шириной проводника и зазором между витками 10 мкм, 3,5 витка.	ТС23
Катушка индуктивности сдвоенной, с шириной проводника и зазором между витками 10 мкм, 3,5 витка.	ТС24

ПТШ для ключевого применения с шириной затвора 75 мкм контактные площадки для измерений на постоянном и СВЧ токах.	ТС25
--	------

6.1.6. Номенклатура ТС ПМ и его конфигурация зависят от необходимого объёма межоперационного (таблица 2) или выходного (таблица 3) контроля.

Таблица 2 Параметры ТС, контролируемые в процессе производства

Объект контроля	Наименование контролируемого параметра, единица измерения	обозначение параметра
ТС14	Сопротивление межприборной изоляции, Ом	$R_{isol}$
ТС3	Сопротивление открытого канала, Ом×мм	$\Gamma_{DS(on)}$
	Напряжение отсечки, В	$U_{GS(off)}$
	Максимум крутизны, См/мм	$g_{max}$
	Ток утечки затвора, А/мм	$I_{GSS(-3V)}$
	Начальный ток стока, А/мм	$I_{DSS(3V)}$
	Напряжение пробоя сток-исток, В	$U_{BR}$
ТС4	Удельное поверхностное сопротивление тонкопленочного резистора, Ом/кв	$R_{TFR1}$
ТС5	Удельное поверхностное сопротивление тонкопленочного резистора, Ом/кв	$R_{TFR2}$
ТС6	Удельное поверхностное сопротивление тонкопленочного резистора, Ом/кв	$R_{TFR3}$
ТС7	Контактное сопротивление омических контактов, Ом×мм	$R_C$
	Слоевое сопротивление, Ом/кв	$R_S$
ТС13	Сопротивление затвора, Ом	$R_{gate}$
ТС17	Сопротивление цепочки «металлизация нулевого уровня – металлизация первого уровня», Ом	$R_{CH_{M0M1}}$
ТС3	Сопротивление открытого канала, Ом×мм	$\Gamma_{DS(on)}$
	Напряжение отсечки, В	$U_{GS(off)}$
	Максимум крутизны, См/мм	$g_{max}$
	Ток утечки затвора, А/мм	$I_{GSS(-3V)}$
	Начальный ток стока, А/мм	$I_{DSS(3V)}$
	Напряжение пробоя сток-исток, В	$U_{BR}$
ТС8	Удельная ёмкость МДМ-конденсатора 3 типа, пФ/мм <sup>2</sup>	$C_{MIM3}$
	Пробивное напряжение МДМ-конденсатора 3 типа, В	$U_{BRC3}$
ТС9	Удельная ёмкость МДМДМ-конденсатора, пФ/мм <sup>2</sup>	$C_{MIMIM}$
	Пробивное напряжение МДМДМ-конденсатора, В	$U_{BRC}$
ТС10	Удельная ёмкость МДМ-конденсатора 1 типа, пФ/мм <sup>2</sup>	$C_{MIM1}$
	Пробивное напряжение МДМ-конденсатора 1 типа, В	$U_{BRC1}$
ТС18	Сопротивление цепочки «металлизация первого уровня – металлизация второго уровня», Ом	$R_{CH_{M1M2}}$
ТС19	Сопротивление цепочки «металлизация нулевого уровня – металлизация второго уровня», Ом	$R_{CH_{M0M2}}$
ТС23	Сопротивление катушки индуктивности, Ом	$R_L$
ТС24	Сопротивление катушки индуктивности сдвоенной, Ом	$R_{LW}$



ТС3	Сопротивление открытого канала, Ом×мм	$\Gamma_{DS(on)}$
	Напряжение отсечки, В	$U_{GS(off)}$
	Максимум крутизны, См/мм	$g_{max}$
	Ток утечки затвора, А/мм	$I_{GSS(-3V)}$
	Начальный ток стока, А/мм	$I_{DSS(3V)}$
	Напряжение пробоя сток-исток, В	$U_{BR}$
	Коэффициент передачи, дБ	$S_{21(12GHz)}$
ТС4	Удельное поверхностное сопротивление тонкопленочного резистора, Ом/кв	$R_{TFR1}$
ТС5	Удельное поверхностное сопротивление тонкопленочного резистора, Ом/кв	$R_{TFR2}$
ТС6	Удельное поверхностное сопротивление тонкопленочного резистора, Ом/кв	$R_{TFR3}$
ТС8	Удельная ёмкость МДМ-конденсатора 3 типа, пФ/мм <sup>2</sup>	$C_{MIM3}$
	Пробивное напряжение МДМ-конденсатора 3 типа, В	$U_{BRC3}$
ТС9	Удельная ёмкость МДМДМ-конденсатора, пФ/мм <sup>2</sup>	$C_{MIMIM}$
	Пробивное напряжение МДМДМ-конденсатора, В	$U_{BRC}$
ТС10	Удельная ёмкость МДМ-конденсатора 1 типа, пФ/мм <sup>2</sup>	$C_{MIM1}$
	Пробивное напряжение МДМ-конденсатора 1 типа, В	$U_{BRC1}$
ТС14	Сопротивление межприборной изоляции, Ом	$R_{isol}$
ТС23	Сопротивление катушки индуктивности, Ом	$R_L$
ТС24	Сопротивление катушки индуктивности сдвоенной, Ом	$R_{LW}$

Таблица 3 Электрические параметры тестовых структур параметрического монитора, контролируемые при приёмке и поставке пластин (при 25 ± 10 °С)

Обозначение ТС	Контролируемая подгруппа стандартных элементов	Наименование контролируемого параметра, единица измерения	Обозначение параметра	Норма параметра	
				не менее	не более
ТС3	Транзисторы (подгруппа VT)	Сопротивление открытого канала, Ом×мм	$\Gamma_{DS(on)}$	1,1	1,9
		Напряжение отсечки, В	$U_{GS(off)}$	-1,3	-0,7
		Максимум крутизны, См/мм	$g_{max}$	0,27	–
		Ток утечки затвора, А/мм	$I_{GSS(-3V)}$	$-1,0 \cdot 10^{-5}$	–
		Начальный ток стока, А/мм	$I_{DSS(3V)}$	0,22	–
		Напряжение пробоя сток-исток, В	$U_{BR}$	10	–
		Коэффициент передачи, дБ	$S_{21(12GHz)}$	8,0	–
ТС4	Резисторы (подгруппа TFR1)	Удельное поверхностное сопротивление тонкопленочного резистора, Ом/кв	$R_{TFR1}$	40	60
ТС5	Резисторы (подгруппа TFR2)	Удельное поверхностное сопротивление тонкопленочного резистора, Ом/кв	$R_{TFR2}$	480	720

ТС6	Резисторы (подгруппа TFR3)	Удельное поверхностное сопротивление тонкопленочного резистора, Ом/кв	$R_{TFR3}$	1200	2000
ТС7	Все подгруппы	Контактное сопротивление омических контактов, Ом×мм	$R_c$	–	0,4
		Слоевое сопротивление, Ом/кв	$R_s$	135	185
ТС8	Конденсаторы (подгруппа MIMCAP3)	Удельная ёмкость МДМ-конденсатора 3 типа, пФ/мм <sup>2</sup>	$C_{MIM3}$	120	170
		Пробивное напряжение МДМ-конденсатора 3 типа, В	$U_{BRC3}$	35	
ТС9	Конденсаторы (подгруппа MIMMIMCAP)	Удельная ёмкость МДММДМ-конденсатора, пФ/мм <sup>2</sup>	$C_{MIMMIM}$	520	690
		Пробивное напряжение МДММДМ-конденсатора, В	$U_{BRC}$	35	
ТС10	Конденсаторы (подгруппа MIMCAP1)	Удельная ёмкость МДМ-конденсатора 1 типа, пФ/мм <sup>2</sup>	$C_{MIM1}$	270	350
ТС14	Все подгруппы	Сопротивление межприборной изоляции, Ом	$R_{isol}$	$10^8$	–
ТС16	Металлизированное отверстие	Сопротивление металлизированного отверстия, Ом	$R_{hole}$	–	3
ТС23	Катушки индуктивности (подгруппа L); линии передачи (подгруппа MLIN)	Сопротивление катушки индуктивности, Ом	$R_L$	–	4
ТС24	Катушки индуктивности двухслойная (подгруппа LW)	Сопротивление катушки индуктивности, Ом	$R_{LW}$	–	7

## 6.2. Требования к показателям назначения технологического процесса.

6.2.1. 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 критических блоков технологии - не менее 85%;

в среднем, на выходном контроле - не менее 70%;

коэффициент запуска по указанному выходу годных - не более 4.

6.2.2. Указанные в п.6.2.1. критерии уровня готовности технологии должны быть последовательно подтверждены на каждом из этапов выполнения проекта, путем выпуска не менее 4-х библиотечных пластин (на первом этапе) и 4-х пластин с верификационными схемами (на втором этапе), соответственно.

6.2.3. Состав верификационных схем, используемых для проверки стабильности моделей библиотеки стандартных элементов и подтверждения готовности технологии к освоению серийного производства (пп.5.7-5.9), должен быть согласован с организацией-Заказчиком технологического предложения на этапе 2 и должен включать не менее 30% СВЧ-устройств, соответствующих области применения и ранее изготавливаемых на этапе верификации стандартной технологии.

## 6.3. Требования к сырью и материалам.

6.3.1. 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.

6.4. Требования по эксплуатации, удобству технического обслуживания.

Требования по эксплуатации, удобству технического обслуживания не предъявляются.

6.5. Требования по ресурсосбережению.

Требования по ресурсосбережению не предъявляются.

6.6. Требования по безопасности.

Требования по безопасности не предъявляются.

6.7. Требования по видам обеспечения.

Требования по математическому, программному и информационному обеспечению не предъявляются.

## **7. Требования к структуре, составу и объему выполняемых работ.**

7.1. Требования к исходным данным, которые должны использоваться при выполнении проекта.

7.1.1. При выполнении проекта в качестве исходных должны быть использованы данные маршрутно-сопроводительных листов изготовления пластин организацией-Исполнителем по типовому технологическому процессу в составе стандартной технологии.

7.1.2. 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.

7.2. Требования к составу и объему теоретических исследований.

7.2.1. 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 – 2023 гг.

7.2.2. Должны быть проведены теоретические исследования современных способов статистического управления технологическими процессами.

7.3. Требования к составу, объему и качеству экспериментальных работ

7.3.1. Доработка критических блоков технологии должна быть проведена с использованием штатного технологического и контрольно-измерительного оборудования организации-Исполнителя с фиксацией изменений в технологической документации типового технологического процесса.

7.3.2. 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.

7.3.3. Пластины и специализированная оснастка для их изготовления (фотошаблоны) должны изготавливаться на базе отечественных предприятий.

7.4. Требования к метрологическому обеспечению экспериментальных исследований.

7.4.1. 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.

7.4.2. 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.

7.4.3. Все применяемые в процессе выполнения работы средства измерений должны быть поверены, а испытательное оборудование – аттестовано.

7.5. Требования к разработке, изготовлению и испытаниям макетов (моделей, экспериментальных образцов), в зависимости от характера (специфики) выполняемого проекта и требований отраслевых стандартов.

7.5.1. Верификационные схемы, изготавливаемые на этапе 2 выполнения Проекта, должны быть разработаны с использованием комплексного инструмента проектирования в составе стандартной технологии организации-Исполнителя.

7.6. Требования к проведению патентных исследований

7.6.1. В ходе выполнения проекта предполагается проведение патентных исследований.

7.6.2. 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.

7.6.3 При получении РИД, способных к правовой охране, они должны быть зарегистрированы в соответствии с законодательством Российской Федерации. Права на РИД, созданные при выполнении проекта, принадлежат организации-Исполнителю.

7.7. Требования к подготовке предложений (рекомендаций) по реализации результатов проекта.

7.7.1. Результаты выполнения проекта должны быть достаточны для организации серийного производства с заявленными целевыми показателями.

7.7.2. Организацией-Исполнителем должны быть сформулированы рекомендации в части дальнейшего улучшения выхода годных и коэффициента запуска.

7.8. Требования к предполагаемым результатам исследований и чем должна заканчиваться работа по теме.

7.8.1. В результате выполнения проекта должен быть повышен уровень готовности отечественной технологии организации-Исполнителя, достаточный для организации импортонезависимого серийного производства критической СВЧ ЭКБ на основе арсенида галлия диапазона частот до 40 ГГц в объеме до 100 пластин (100 тыс. условных кристаллов) в год.

7.8.2. 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».

7.9. Требования к перечню (составу и видам) разрабатываемых документов.

7.9.1. На первом этапе выполнения проекта:

- протокол определения критических блоков технологии со статистическими показателями на основе анализа маршрутно-сопроводительных листов;

- план-график мероприятий по доработке критических блоков технологического процесса;

- акт о завершении доработки критических 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;
- 7.9.2. на втором этапе выполнения проекта:
  - Конструкторская документация (далее – 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.
  - итоговый научно-технический отчет.
- 7.10. Требования по обеспечению сохранения коммерческой тайны.
  - 7.10.1. Результаты проекта не содержат сведений, составляющих государственную тайну или относимых к охраняемой в соответствии с законодательством Российской Федерации иной информации ограниченного доступа.
  - 7.10.2. Обобщенная информация о результатах выполнения проекта может быть предоставлена по согласованию с организацией-Заказчиком технологического предложения для отображения на публичных информационных ресурсах Российского научного фонда.
- 7.11. Требования по расчету планируемого экономического эффекта от реализации результатов проекта.
- 7.12. В ходе выполнения проекта должна быть проведена расчетная оценка экономического эффекта от реализации его результатов
- 7.13. Требование необходимости согласования ТЗ с головным научно-исследовательским институтом по виду техники (деятельности)
  - Требование необходимости согласования ТЗ с головным научно-исследовательским институтом по виду техники (деятельности) не предъявляется
- 7.14. Требование необходимости привлечения организации-рецензента и направления ОНТД на рецензию перед рассмотрением на НТС (секции НТС).
  - Требование необходимости привлечения организации-рецензента и направления ОНТД на рецензию перед рассмотрением на НТС (секции НТС) не предъявляется
- 7.15. Другие требования в зависимости от специфики, выполняемого проекта.
  - Другие требования не предъявляются.

## **8. Порядок приемки проекта (этапов проекта)**

- 8.1. Приёмка Проекта осуществляется комиссией организации-Заказчика технологического предложения в соответствии с ГОСТ Р 53736-2009 с оформлением акта приёмки на всех этапах выполнения Проекта.
- 8.2. Представители организаций, заинтересованных в использовании, производстве либо эксплуатации результатов проекта, могут быть включены в состав комиссии по согласованию с организацией-Заказчиком технологического предложения.
- 8.3. Организация-Исполнитель за 30 дней до завершения этапа предоставляет организации-Заказчику технологического предложения уведомление о готовности к приёмке этапа Проекта. Организация-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 организацией-Заказчиком технологического предложения.

## **9. Перечень научно-технической документации, регламентирующий выполнение поставленных организацией-Заказчиком технологического предложения требований и проекта в целом.**

ГОСТ Р 53736-2009 Изделия электронной техники. Порядок создания и постановки на производство. Основные положения.

ГОСТ Р 58048-2017 – Трансфер технологий. Методические указания по оценке уровня зрелости технологий

ГОСТ 3.1001-2011 – Единая система технологической документации. Общие положения.

ГОСТ 2.102-68 – Единая система конструкторской документации. Виды и комплектность конструкторских документов.

ГОСТ 7.32-2017 – Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления

ГОСТ Р 8.563-96 – Государственная система обеспечения единства измерений. Методики выполнения измерений.

ГОСТ 3.1109-82 Единая система технологической документации. Термины и определения основных понятий.

ГОСТ Р ИСО 3534-2-2019 Статистические методы. Словарь и условные обозначения. Часть 2 Прикладная статистика.

ГОСТ Р ИСО 9000-2015 Национальный стандарт Российской Федерации. Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь

ГОСТ Р ИСО 9001-2015 Национальный стандарт Российской Федерации. Системы менеджмента качества.



Технические требования (исходные данные) организации-Заказчика  
технологического предложения Проекта № 7

**1. Код классификатора по направлению «Микроэлектроника»**

11-141, 11-122

**2. Наименование технологического предложения.**

Создание программного обеспечения для автоматизации проектирования и программирования гетерогенных реконфигурируемых интегральных схем и разработка ПАВ для безметального проявителя для производства интегральных схем.

**3. Организация-Заказчик технологического предложения.**

Акционерное общество «Научно-исследовательский институт молекулярной электроники» (АО «НИИМЭ»).

**4. Наименование проекта и вид научных исследований.**

4.1. Создание программного обеспечения для автоматизации проектирования и программирования гетерогенных реконфигурируемых интегральных схем.

4.2. Проект предусматривает проведение прикладных научных исследований.

**5. Задачи выполнения проекта.**

5.1. Разработка технических требований к САПР для проектирования и программирования гетерогенных реконфигурируемых ИС.

5.2. Разработка алгоритмов и программных средств для проведения программного прототипирования гетерогенных реконфигурируемых ИС.

5.3. Исследование и разработка методов и алгоритмов для проектирования на гетерогенных реконфигурируемых ИС, в том числе:

5.3.1. Разработка алгоритмов и программных средств для технологического отображения в базис гетерогенных реконфигурируемых ИС.

5.3.2. Разработка алгоритмов и программных средств для автоматической планировки и размещения элементов гетерогенных реконфигурируемых ИС.

5.3.3. Разработка алгоритмов и программных средств для автоматической трассировки межсоединений гетерогенных реконфигурируемых ИС.

5.3.4. Разработка алгоритмов и программных средств для программирования и конфигурирования памяти гетерогенных реконфигурируемых ИС.

5.3.5. Разработка интерфейсных программных средств для адаптации средств автоматического синтеза в общий маршрут проектирования.

5.3.6. Разработка моделей библиотечных элементов гетерогенных реконфигурируемых ИС.

5.4. Разработка прототипа САПР для проектирования и программирования гетерогенных реконфигурируемых ИС и его функциональное тестирование.

5.5. Разработка ОНТД.

**6. Технические требования к разрабатываемой системе автоматизированного проектирования (САПР)**

6.1. Требования к составу программного обеспечения.

6.1.1. САПР должен состоять из совокупности набора программного обеспечения и набора программных файлов, соответствующих современным требованиям и тенденциям развития микроэлектроники.

Под набором программного обеспечения подразумевается:

системное ядро, обеспечивающее выполнение всех этапов маршрута проектирования ИС на основе гетерогенных реконфигурируемых ИС;  
 вспомогательные и интерфейсные утилиты, облегчающие использование преимуществ и особенностей конкретной гетерогенной реконфигурируемой ИС;  
 графический пользовательский интерфейс, объединяющий все вышеперечисленные функции и возможности САПР в единую программную среду.

6.2. Требования к функциональным характеристикам.

6.2.1. Поддержка языков описания аппаратуры:

Языки описания аппаратуры Verilog 2005 (стандарт IEEE 1364-2005), VHDL 1987, 1993, 2002 (стандарт IEEE 1076) должны поддерживаться в САПР при проектировании HDL-описания устройства и при выполнении логического синтеза.

6.2.2. Поддержка инструментов логического синтеза:

Разрабатываемая САПР должна поддерживать интеграцию как с коммерческими программными средствами логического синтеза – Synopsys Design Compiler, Cadence Encounter RTL Compiler/Cadence Genus Synthesis Solution, так и свободно распространяемым ПО Yosys.

Под поддержкой перечисленных инструментов подразумевается их вызов в САПР, а также выбор файлов и указание входных параметров с которыми будут запущены данные программы.

6.2.3. Поддержка инструментов моделирования:

Разрабатываемая САПР должна поддерживать интеграцию со следующими средствами моделирования и верификации: Icarus Verilog, GHDL, Cadence Spectre, Cadence UltraSim, средство визуализации результатов моделирования GTKwave.

Под поддержкой перечисленных инструментов подразумевается их вызов в САПР, а также выбор файлов и указание входных параметров с которыми будут запущены данные программы.

6.2.4. Поддержка основных компонентов гетерогенных реконфигурируемых ИС:

Разрабатываемая САПР должна поддерживать конфигурирование таких основных компонентов гетерогенных реконфигурируемых ИС, как:

- программируемые логические элементы (ЛЭ);
- группы логических блоков (ГЛБ), состоящие из логических элементов;
- программируемые коммутационные ресурсы между ЛЭ и ГЛБ;

6.2.5. Поддержка встроенных СФ-блоков:

Сложно функциональные блоки (СФ-блоки) гетерогенных реконфигурируемых ИС – это сложно-функциональные блоки, являющиеся их составной частью и расположенные на одном кристалле с её реконфигурируемой частью. СФ-блоки имеют определенное местоположение на кристалле и не требуют трассировки внутренних межсоединений. К таким блокам относятся такие блоки как:

- сумматоры,
- умножители,
- блоки DSP,
- блоки ФАПЧ (PLL),
- блоки SerDes,
- блоки программируемой пользователем памяти.

Для использования различных типов СФ-блоков при проектировании пользовательских схем на реконфигурируемых ИС требуется учитывать их наличие в САПР на каждом этапе маршрута проектирования.

6.2.6. Поддержка распределенной памяти:

Распределенной называется память, использующая конфигурационную память реконфигурируемой ИС в качестве пользовательской памяти с оперативным доступом. Преимущество такой памяти заключается в том, что она может быть использована в качестве дополнительной памяти при нехватке основной программируемой

пользовательской RAM. Поддержка распределенной памяти в САПР требует добавления специализированных ресурсов в состав архитектуры реконфигурируемой ИС, а также поддержки со стороны САПР, аналогично встроенным СФ-блокам.

6.2.7. Поддержка автоматизированной настройки на конструкцию реконфигурируемой ИС:

В условиях использования САПР для проектирования новых гетерогенных реконфигурируемых ИС особенно остро стоит вопрос организации работы САПР с новой архитектурой с целью ее программного прототипирования, под которым понимается итеративное тестирование архитектуры, анализ набора требуемых параметров и выход на характеристики, соответствующие техническому заданию.

Решение данного вопроса требует наличия в маршруте проектирования этапа автоматизированной настройки САПР на заданную конструкцию. Настройка должна осуществляться на основании информации о гетерогенной реконфигурируемой ИС, загруженной из файлов распространенных промышленных форматов.

## **7. Требования к структуре, составу и объему выполняемых работ.**

7.1. Требования к исходным данным, которые должны использоваться при выполнении проекта.

7.1.1. В качестве исходных данных в проекте должны использоваться проектные документы и конструкторская документация на гетерогенные реконфигурируемые ИС разработки организации-Заказчика технологического предложения.

7.2. Требования к составу и объему теоретических исследований.

7.2.1. Должны быть проведены исследования и разработка методов и алгоритмов технологического отображения в базис гетерогенных реконфигурируемых ИС.

7.2.2. Должны быть проведены исследования и разработка новых алгоритмических подходов для автоматизированной работы со встроенными СФ-блоками, входящими в состав гетерогенных реконфигурируемых ИС.

7.2.3. Должны быть проведены исследования и разработка для автоматической планировки и размещения элементов гетерогенных реконфигурируемых ИС.

7.2.4. Должны быть проведены исследования и разработка для автоматической трассировки межсоединений гетерогенных реконфигурируемых ИС.

7.3. Требования к составу, объему и качеству экспериментальных работ.

7.3.1. На каждом этапе выполнения проекта должен быть проведен контрольный эксперимент по проверке выполнения работ на данном этапе.

7.3.2. Проведение контрольного эксперимента осуществляется в соответствии с Программой и методикой, разрабатываемой организацией-Исполнителем и утверждаемой организацией-Заказчиком технологического предложения в срок не позднее чем за 30 календарных дней до планируемой даты проведения контрольного эксперимента.

7.3.3. Приемка контрольного эксперимента осуществляется в соответствии с Программой приемки, разрабатываемой организацией-Исполнителем и утверждаемой организацией-Заказчиком технологического предложения в срок не позднее чем за 30 календарных дней до планируемой даты проведения контрольного эксперимента.

7.4. Требования к разработке, и испытаниям экспериментальных образцов, в зависимости от характера (специфики) выполняемого проекта и требований отраслевых стандартов.

7.4.1. На каждом этапе выполнения проекта должен быть разработан прототип САПР и проведено его функциональное испытание.

7.5. Требования к проведению патентных исследований.

7.5.1. В ходе выполнения проекта должны быть проведены патентные исследования по теме «Средства для автоматизации проектирования и программирования гетерогенных реконфигурируемых интегральных схем» на технический уровень реализуемых в проекте

решений в соответствии с ГОСТ Р 15.011-2022, в том числе и мониторинг научной деятельности по данному направлению работ в передовых странах.

7.5.2. Оформление отчета о патентных исследованиях должно соответствовать ГОСТ Р 15.011-2022.

7.6. Требования к предполагаемым результатам исследований и чем должна заканчиваться работа по теме.

7.6.1. Планируемые результаты проекта: прототип САПР, научно технический отчет, отчет о патентных исследованиях, пользовательская документация для разработанного ПО.

7.7. Требования к перечню (составу и видам) разрабатываемых документов.

7.7.1. Научно-технический отчет, содержащий результаты выполнения работ. Научно-технический отчет оформляется в соответствии с ГОСТ 7.32-2017.

7.7.2. Отчёт о патентных исследованиях.

7.7.3. Пользовательская документация для разработанного ПО.

7.8. 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.

7.8.1. Научно-технический отчет предоставляются Заказчику на согласование в срок не менее чем за 20 календарных дней до окончания срока выполнения проекта (отдельного этапа проект) Исполнитель обязан в письменной форме уведомить Заказчика о готовности выполняемой Работы (отдельного этапа Работы) к сдаче.

7.8.2. Отчёт о патентных исследованиях предоставляются Заказчику на согласование.

7.8.3. Программы и методики контрольных экспериментов предоставляются Заказчику на согласование в срок не менее чем за 30 календарных дней до планируемой даты проведения контрольного эксперимента.

7.9. Требования по обеспечению сохранения коммерческой тайны.

7.9.1. Регулирование отношений, связанных с отнесением информации к коммерческой тайне, передачей такой информации, охраной ее конфиденциальности осуществляется в соответствии с Федеральным законом Российской Федерации от 29 июля 2004 г. №98-ФЗ «О коммерческой тайне».

7.9.2. В случае возникновения необходимости использования в ходе выполнения проекта сведений, составляющих государственную тайну, Исполнитель обязан до начала работ со сведениями, составляющими государственную тайну, письменно известить об этом Заказчика. Работы со сведениями, составляющими государственную тайну, должны осуществляться после утверждения соответствующего дополнения.

## **8. Порядок приемки проекта (этапов проекта)**

Приемка проекта (этапов проекта) осуществляется в соответствии с Программой приемки. Программа приемки разрабатывается Исполнителем и представляется на утверждение Заказчику не позднее двух месяцев до окончания этапа проекта. Программа приемки должна включать содержание и порядок проверки соответствия полученных в ходе выполнения этапа проекта результатов установленным в ТЗ требованиям. Порядок выполнения научно-исследовательских работ и приемки должен соответствовать требованиям ГОСТ Р 15.101-2021.

## **9. Перечень научно-технической документации, регламентирующий выполнение поставленных организацией-Заказчиком технологического предложения требований и проекта в целом.**

Техническая документация на разработанные средства должна соответствовать требованиям следующих стандартов ЕСПД:

ГОСТ 19.201-78 Единая система программной документации. Техническое задание. Требования к содержанию и оформлению.

ГОСТ 19.105-78 ЕСПД. Общие требования к программным документам.

ГОСТ Р 15.101-2021 Система разработки и постановки продукции на производство. Порядок выполнения научно-исследовательских работ.

ГОСТ Р 15.011-2022 Система разработки и постановки продукции на производство. Патентные исследования.

ГОСТ 7.32-2017 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе.

Технические требования (исходные данные) организации-Заказчика  
технологического предложения Проекта № 8

**1. Код классификатора по направлению «Микроэлектроника»**

11-122

**2. Наименование технологического предложения.**

Создание программного обеспечения для автоматизации проектирования и программирования гетерогенных реконфигурируемых интегральных схем и разработка ПАВ для безметального проявителя для производства интегральных схем.

**3. Организация-Заказчик технологического предложения.**

Акционерное общество «Научно-исследовательский институт молекулярной электроники» (АО «НИИМЭ»).

**4. Наименование проекта и вид научных исследований.**

4.1 Разработка ПАВ для безметального проявителя, использующегося в процессах фотолитографии с проектными нормами 180 – 90 нм и ниже, и освоение его микротоннажного производства. Шифр «ПАВ».

4.2 Проект предусматривает проведение прикладных научных исследований.

**5. Задачи выполнения проекта.**

5.1. Разработка технологии производства неионогенного поверхностно-активного вещества (ПАВ), в том числе: подбор оптимального количества катализатора, сокатализатора и соотношения компонентов с целью получения олигомера с необходимыми свойствами; отработка оптимальных технологических режимов для производства неионогенного ПАВ на основе окиси этилена и окиси пропилена.

5.2. Изготовление образцов ПАВ.

5.2.1. Изготовление экспериментальных образцов ПАВ.

5.2.2. Изготовление опытных образцов ПАВ.

5.2.3. Изготовление опытной партии ПАВ под контролем комиссии по приемке работы.

5.3. Исследование образцов ПАВ

5.3.1. Исследование параметров, полученных экспериментальных образцов ПАВ.

5.3.2. Исследование параметров, полученных опытных образцов ПАВ.

5.3.3. Исследование параметров опытной партии ПАВ, изготовленной под контролем комиссии по приемке работы.

5.4. Испытания образцов ПАВ

5.4.1. Предварительные испытания опытных образцов ПАВ в соответствии с разработанной программой и методиками.

5.4.2. Проведение технологического апробирования опытных образцов ПАВ у потребителя АО «НИИМЭ».

5.5. Разработка ОНТД на ПАВ

Научно-технические отчеты по этапам работы и работе в целом в соответствии с ГОСТ 7.32.

**6. Технические требования к разрабатываемому материалу**

6.1. Требования к показателям назначения.



В ходе реализации проекта должно быть разработано поверхностно-активное вещество для безметального проявителя на основе водного раствора тетраметиламмоний гидроксида (ТМАГ  $0,26111 \pm 0,0005$  моль/л (2,38 % масс)). ПАВ должно обладать следующими характеристиками:

Показатель	Значение
1) Массовая доля воды, % масс.	Не более 0,5
2) Массовая доля элементов, % масс. (ppb):	Не более
- алюминий (Al)	$50,0 \cdot 10^{-7}$ (50,0)
- кальций (Ca)	$50,0 \cdot 10^{-7}$ (50,0)
- натрий (Na)	$50,0 \cdot 10^{-7}$ (50,0)
- медь (Cu)	$50,0 \cdot 10^{-7}$ (50,0)
- железо (Fe)	$50,0 \cdot 10^{-7}$ (50,0)
- магний (Mg)	$50,0 \cdot 10^{-7}$ (50,0)
- марганец (Mn)	$50,0 \cdot 10^{-7}$ (50,0)
- калий (K)	$50,0 \cdot 10^{-7}$ (50,0)
- литий (Li)	$50,0 \cdot 10^{-7}$ (50,0)
- цинк (Zn)	$50,0 \cdot 10^{-7}$ (50,0)
3) Динамическое поверхностное натяжение раствора ПАВ в ТМАГ ( $0,26111 \pm 0,0005$ моль/л), мН/м	45,0 – 58,0
4) Статическое поверхностное натяжение раствора ПАВ в ТМАГ ( $0,26111 \pm 0,0005$ моль/л), мН/м	31,0 – 39,0

#### 6.2. Требования безопасности.

Должны быть разработаны требования обеспечения безопасности и охраны окружающей среды на всех стадиях жизненного цикла поверхностно-активного вещества (от производства до утилизации) в соответствии со стандартами системы стандартизации безопасности труда и охраны окружающей среды, в том числе паспорт безопасности, оформленный в соответствии с ГОСТ 30333.

#### 6.3. Требования по сохраняемости.

Срок сохраняемости ПАВ при хранении в упаковке изготовителя в условиях хранения должен быть не менее 12 месяцев.

#### 6.4. Требования к стойкости к внешним воздействующим факторам.

Не предъявляются.

#### 6.5. Требования к эксплуатационным показателям.

Параметры уточняются по согласованию с потребителем.

#### 6.6. Требования к упаковке и маркировке.

6.6.1. Требования к упаковке устанавливаются до начала предварительных испытаний по согласованию с потребителем.

6.6.2. Маркировка, наносимая на потребительскую и транспортную тару, должна соответствовать требованиям ГОСТ 3885, ГОСТ 14192, ГОСТ 19433, ГОСТ 31340.

#### 6.7. Требования к консервации, хранению и транспортированию.

Хранение поверхностно-активного вещества проводят в упаковке изготовителя в условиях отапливаемых складских помещений с кондиционированием воздуха, без попадания прямого солнечного света при температуре окружающей среды от 10 до 30 °С, относительной влажности не более 80 %, без осаждения конденсата.

#### 6.8. Требования стандартизации, унификации и каталогизации.

Не предъявляются.

#### 6.9. Требования по видам обеспечения.

В ходе работ должна быть изготовлена опытная установка синтеза поверхностно-активного вещества для безметального проявителя мощностью не менее 10 кг/год.

#### 6.10. Другие требования в зависимости от специфики, выполняемого проекта.

Разработчик ПАВ и изготовитель должен иметь внедренную систему менеджмента качества в соответствии с ГОСТ Р ИСО 9001-2015, ГОСТ РВ 0015-002-2020

## 7. Требования к структуре, составу и объему выполняемых работ

7.1. Требования к исходным данным, которые должны использоваться при выполнении проекта.

Не предъявляются.

7.2. Требования к составу и объему теоретических исследований.

Должны быть выполнены следующие теоретические работы:

Проведен анализ литературы по синтезу, свойствам и применению неионогенных поверхностно-активных веществ;

Осуществлен патентный поиск по синтезу поверхностно-активных веществ, в том числе применяемых в микроэлектронике;

На основе анализа литературных данных выбор путей синтеза поверхностно-активных веществ, которые позволят достичь требуемого результата;

Анализ литературы, связанной с аппаратурным оформлением процесса синтеза поверхностно-активных веществ;

7.3. Требования к составу, объему и качеству экспериментальных работ.

Должны быть выполнены следующие экспериментальные работы:

Подбор оптимального соотношения между окисью этилена и окисью пропилена;

Определение оптимального количества катализатора полимеризации;

Оценка содержания сокатализатора на молекулярно-массовые и коллоидно-химические свойства поверхностно-активного вещества;

Определение влияния температуры синтеза на свойства поверхностно-активного вещества;

Оценка оптимальной скорости дозирования компонентов для получения олигомера с заданными свойствами;

7.4. Требования к метрологическому обеспечению экспериментальных исследований.

7.4.1. Используемые средства измерений должны быть поверены или калиброваны в соответствии с порядком, утвержденным приказом Минпромторга России от 31.07.2020 № 2510.

7.4.2. Испытательное оборудование должно быть аттестовано в соответствии с порядком, установленным ГОСТ Р 8.568, иметь защиту от несанкционированного доступа к узлам регулировки режимов и обеспечивать стабильные условия испытаний.

7.4.3. При проведении всех видов контроля готовых материалов должны применяться стандартизованные или аттестованные в соответствии с ГОСТ 8.563 методы (методики) измерений.

Разработанные методики должны быть аттестованы до начала проведения предварительных испытаний.

7.4.4. Средства испытаний и измерений должны иметь соответствующую эксплуатационную документацию (техническое описание, формуляр или паспорт), а также свидетельства об аттестации и поверке (калибровке), соответственно.

7.4.5. Технические характеристики средств испытаний и измерений должны быть достаточными для подтверждения соответствия испытываемых образцов структур требованиям к техническим характеристикам работы.

7.5. Требования к разработке, изготовлению и испытаниям макетов (моделей, экспериментальных образцов), в зависимости от характера (специфики) выполняемого проекта и требований отраслевых стандартов.

В ходе выполнения работы должны быть изготовлены:

- экспериментальные образцы ПАВ в количестве не менее 3-х шт. по 15 г;

- опытные образцы ПАВ в количестве не менее 3-х шт. по 200 г;

- опытная партия ПАВ в количестве не менее 1000 г.

7.6. Требования к проведению патентных исследований.

Патентные исследования должны быть выполнены в соответствии с ГОСТ Р 15.011.

7.7. Требования к подготовке предложений (рекомендаций) по реализации результатов проекта.

Не предъявляются.

7.8. Требования к предполагаемым результатам исследований и чем должна заканчиваться работа по теме.

Организация микротоннажного производства ПАВ мощностью не менее 10 кг/год.

7.9. Требования к перечню (составу и видам) разрабатываемых документов.

Должны быть разработаны:

Научно-технические отчеты по этапам работы и работе в целом в соответствии с ГОСТ 7.32.

Комплект технологической документации (ТД) на изготовление экспериментальных образцов ПАВ (пусковая записка).

Программа и методики предварительных испытаний опытных образцов ПАВ, согласованная с потребителем АО «НИИМЭ».

Протоколы исследований экспериментальных образцов ПАВ.

Техническое задание на проведение ОКТР по созданию опытной установки синтеза ПАВ мощностью не менее 10 кг/год.

Рабочая конструкторская документация на создание установки для наработки опытной партии ПАВ.

Рабочая технологическая документация (ТД) на изготовление опытных образцов ПАВ.

Протоколы предварительных испытаний опытных образцов ПАВ.

Справка о соответствии опытных образцов ПАВ техническим требованиям, установленным техническим заданием и ТУ.

ТД на процесс изготовления ПАВ с присвоением литеры «О».

Проект ТУ на ПАВ.

Протоколы приемочных испытаний опытной партии ПАВ.

ТД на процесс изготовления ПАВ с присвоением литеры «О<sub>1</sub>».

ТУ на ПАВ с присвоением литеры «О<sub>1</sub>».

7.10. 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.

Программа и методики предварительных испытаний, ТУ должны быть согласованы с потребителем АО «НИИМЭ».

7.11. Требования по обеспечению сохранения коммерческой тайны.

Стороны обязуются обеспечить конфиденциальность сведений, относящихся к предмету настоящего контракта, ходу его исполнения и полученным результатам.

7.12. Требования по расчету планируемого экономического эффекта от реализации результатов проекта.

Не предъявляются.

7.13. Требование необходимости согласования ТЗ с головным научно-исследовательским институтом по виду техники (деятельности).

Не предъявляются.

7.14. Требование необходимости привлечения организации-рецензента и направления ОНТД на рецензию перед рассмотрением на НТС (секции НТС).

Не предъявляются.

## **8. Порядок приемки проекта (этапов проекта).**

8.1. Результаты выполнения этапов работы и работа в целом рассматриваются на заседании комиссии организации-Заказчика технологического предложения.

8.2. К приемке предъявляется отчетная научно-техническая документация в соответствии с техническим заданием и календарным планом выполнения работы.

8.3. Вся отчетная документация представляется организации-Заказчику технологического предложения в отпечатанном виде и на электронных носителях за 20 дней до окончания работы (этапа работы).

8.4. Выполнение, приемка этапов и работы в целом производятся в соответствии с условиями контракта и требованиями ГОСТ Р 15.101.

**9. Перечень научно-технической документации, регламентирующий выполнение поставленных организацией-Заказчиком технологического предложения требований и проекта в целом**

9.1. Разрабатываемая ТД должна соответствовать действующим стандартам ЕСТД.

9.2. Разрабатываемые ТУ должны соответствовать ГОСТ Р 1.3.

9.3. Разрабатываемый ПАВ должен соответствовать ГОСТ 3885, с учетом специфики материала.

Технические требования (исходные данные) организации-Заказчика  
технологического предложения Проекта № 9

**1. Код классификатора по направлению «Микроэлектроника»**

11-511, 11-512

**2. Наименование технологического предложения.**

Разработка библиотеки топологий и моделей стандартных элементов, и их апробация с целью создания методологии согласования импедансов мощных бескорпусных AlGaN СВЧ-транзисторов с проектной нормой до 0,5 мкм при проектировании аппаратуры систем навигации, телекоммуникации и радиолокации L-, S- и C-диапазонов.

**3. Организация-Заказчик технологического предложения.**

Акционерное общество «Уральское проектно-конструкторское бюро «Деталь» (АО «УПКБ «Деталь»).

**4. Наименование проекта и вид научных исследований.**

4.1. Разработка библиотеки топологий и моделей стандартных элементов, и их апробация с целью создания методологии согласования импедансов мощных бескорпусных AlGaN СВЧ-транзисторов с проектной нормой до 0,5 мкм при проектировании аппаратуры систем навигации, телекоммуникации и радиолокации L-, S- и C-диапазонов.

4.2. Проект предусматривает проведение прикладных научных исследований.

**5. Задачи выполнения проекта.**

5.1. Теоретические исследования способов топологического проектирования стандартных элементов.

5.2. Проведение патентных исследований в соответствии с ГОСТ Р 15.011-2022.

5.3. Разработка и оптимизация топологий стандартных элементов.

5.4. Разработка программ и методик исследовательских испытаний стандартных элементов.

5.5. Изготовление оснастки (фотошаблонов) и стандартных элементов в вариантах топологии.

5.6. Проведение исследовательских испытаний стандартных элементов.

5.7. Построение моделей и экстракция параметров стандартных элементов.

5.8. Апробация моделей и разработка методологии согласования импедансов мощных бескорпусных СВЧ-транзисторов при проектировании СВЧ-устройств.

5.9. Изготовление экспериментальных образцов согласованных СВЧ-устройств.

5.10. Проведение специализированных испытаний, согласованных СВЧ-устройств.

5.11. Подготовка промежуточных и заключительного научно-технических отчетов по результатам выполнения этапов и проекта в целом.

**6. Технические требования к разрабатываемым элементам технологии**

6.1. Требования к показателям назначения технологического процесса.

В результате выполнения проекта должны быть созданы опытные образцы библиотеки стандартных элементов, отвечающие следующим предварительным требованиям:

Таблица 1 Предварительный состав элементов библиотеки

Группа элементов	Подгруппа элементов	Обозначение элемента	Тип элемента (без учета масштабирования)
Активные элементы	Транзистор усиления мощные	VT4	Транзистор с четырьмя затворами
		VT8	Транзистор с восемью затворами
		VT12	Транзистор с двенадцатью затворами
Пассивные элементы	Диоды	VD2	Диод с двумя электродами
		VD4	Диод с четырьмя электродами
		VD8	Диод с восемью электродами
	Тонкопленочный резистор 1 типа	TFR1	Тонкопленочный резистор с удельным сопротивлением 50 Ом*кв
Тонкопленочный резистор 2 типа	TFR2	Тонкопленочный резистор с удельным сопротивлением 600 Ом*кв	
Элементы коммутации	Линия	MLIN	Отрезок линии передачи.
	Металлизированное отверстие	BACKVIA1P	Сквозное металлизированное отверстие
	Контактная площадка	PAD	Контактная площадка простая

Таблица 2 Конструктивные особенности и обозначение транзисторов (VT)

Количество затворов	Ширина затвора, мкм			Примечание
	50	100	200	
4	VT4x50	VT4x100	VT4x200	с металлизированными отверстиями
8	VT8x50	VT8x100	VT8x200	
12	VT12x50	VT12x100	VT12x200	

Таблица 3 Конструктивные особенности и обозначение диодов (VD)

Количество электродов	Ширина затвора, мкм			Примечание
	25	50	100	
2	VD2x25	VD2x50	VD2x100	
4	VD4x25	VD4x50	VD4x100	
8	VD8x25	VD8x50	VD8x100	

Таблица 4 Конструктивные особенности элементов коммутации

Наименование	Длина, мкм	Ширина, мкм
отрезки линии передачи (MLIN)		
MLIN1	600	10
MLIN2	1200	15
MLIN3	3200	10
контактная площадка (PAD)		
PAD	100	100



Таблица 5 Предварительные требования к электрическим параметрам стандартных элементов в нормальных условиях

Наименование параметра, единица измерения (режим измерения)	Букв. обоз. парам.	Значение параметра		Температура окружающей среды, °С	Номер пункта примечания
		не менее	не более		
<b>Транзистор усиления (тип VT)</b>					
Диапазон рабочих частот, ГГц					
нижнее значение частоты	$f_H$	–	0,1	25±10	1, 2
верхнее значение частоты	$f_B$	5,0	–		
Коэффициент передачи, дБ, $U_{зи} = U_{gm(max)}$ , $U_{си} = 28$ В, $P_{вх} = -30$ дБм на частоте 5 ГГц:				25±10	1, 2
VT4x50	S21	7,5			
VT8x50		8,0			
VT12x50		8,0			
VT4x100		8,5			
VT8x100		8,5			
VT12x100		8,5			
VT4x200		9,0			
VT8x200		9,5			
VT12x200		9,5			
Выходная мощность при компрессии 1 дБ, Вт, $U_{зи} = U_{Idq}$ , $U_{си} = 28$ В на частоте 5 ГГц:					25±10
VT4x50	$P_{OUT}$	0,4	–		
VT8x50		0,8	–		
VT12x50		1,2	–		
VT4x100		0,8	–		
VT8x100		1,6	–		
VT12x100		2,4	–		
VT4x200		1,6	–		
VT8x200		3,2	–		
VT12x200		4,8	–		
Напряжение отсечки, В, ( $U_{зи} = U_{СИ} = 0,001 \cdot I_{dss}$ В, $U_{си} = 10$ В)	$U_{gs(off)}$	-4,0	-2,0	25±10	1
Остаточный ток стока, А/мм ( $U_{зи} = -10$ В, $U_{си} = 10$ В)	$I_{DSX(10V)}$	-	$1,0 \cdot 10^{-3}$	25±10	1
Ток утечки затвора, А/мм ( $U_{зи} = -10$ В, $U_{си} = 0$ В)	$I_{gss(-10V)}$	-1,0E-5	–	25±10	1
Напряжение пробоя, В ( $U_{зи} = -7$ В, $U_{си} = 0 \dots 120$ В, при $I_C \geq 0,001$ А/мм)	$U_{br}$	100	–	25±10	1
<b>Тонкопленочный резистор</b>					
Сопротивление тонкопленочного резистора 1 типа, Ом*кв.	$R_{TFR1}$	40	60	25±10	1

Наименование параметра, единица измерения (режим измерения)	Букв. обоз. парам.	Значение параметра		Температура окружающей среды, °С	Номер пункта примечания
		не менее	не более		
Сопротивление тонкопленочного резистора 2 типа, Ом*кв.	$R_{TFR2}$	480	720	25±10	1
Отрезок линии передачи (MLIN)					
Коэффициент передачи, дБ ( $P_{вх}=0$ дБм на частоте 5 ГГц):	S21			25±10	1
MLIN1		-1,5	–		
MLIN2		-1,7	–		
MLIN3		-1,9	–		
Переходное отверстие (BACKVIA1P)					
Коэффициент отражения, дБ ( $P_{вх}=0$ дБм на частоте 5 ГГц):	S11	-5	–	25±10	1
Сопротивление переходного отверстия, Ом	$R_{hole}$	–	5	25±10	1
Контактная площадка (PAD)					
Сопротивление контактной площадки, Ом	$R_p$	–	3	25±10	1
Примечание:					
1. Требования к электрическим параметрам элементов БСЭ могут быть скорректированы в ходе выполнения работы.					
2. Измерение параметра проводится в технологической оснастке выборочным контролем из числа транзисторов, годных по постоянному току.					

6.2. Методология согласования импедансов мощных СВЧ-транзисторов должна быть основана на разработанных моделях стандартных элементов и совместима с программно-аппаратными средствами проектирования, используемыми организацией-Заказчиком технологического предложения. Перечень и параметры СВЧ-устройств для апробации разработанной методологии должны быть определены при формировании Технического задания и могут быть скорректированы на первом этапе выполнения проекта по согласованию с организацией-Заказчиком технологического предложения.

6.3. 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.

6.4. Требования по эксплуатации, удобству технического обслуживания.

Требования по эксплуатации, удобству технического обслуживания не предъявляются.

6.5. Требования по ресурсосбережению.

Требования по ресурсосбережению не предъявляются.

6.6. Требования по безопасности.

Требования по безопасности не предъявляются.

6.7. Требования по видам обеспечения.

Требования по математическому, программному и информационному обеспечению не предъявляются.

6.8. Другие требования.

Другие требования не предъявляются

## 7. Требования к структуре, составу и объему выполняемых работ.

7.1. Требования к исходным данным, которые должны использоваться при выполнении проекта.

Требования к исходным данным не предъявляются.

7.2. Требования к составу и объему теоретических исследований.

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 – 2023 гг.

Должны быть проведены теоретические исследования и аналитическая оценка современных конструктивно-технологических способов топологического проектирования стандартных элементов.

7.3. Требования к составу, объему и качеству экспериментальных работ.

Должны быть разработаны конструкции стандартных элементов в вариантах топологии, соответствующих правилам топологического проектирования в составе технологического процесса организации-Исполнителя.

Должны быть разработаны конструкции технологической оснастки (фотошаблонов) и с ее использованием изготовлены стандартные элементы в вариантах топологии.

Для изготовления стандартных элементов в вариантах топологии и бескорпусных СВЧ-транзисторов на основе стандартных элементов должен быть использован технологический процесс организацией-Исполнителя с проектной нормой 0,5 мкм. Доработка и изменение технологической документации в целях проекта не допускается.

Для создания моделей стандартных элементов должны быть проведены их исследовательские испытания и экстракция параметров по методикам, используемым в организации– Исполнителе.

7.4. Требования к метрологическому обеспечению экспериментальных исследований.

Разрабатываемые в процессе выполнения работы научно-техническая документация, а также программы и методики всех исследований и испытаний должны быть согласованы с организацией-Заказчиком технологического предложения.

Все применяемые в процессе выполнения работы средства измерений должны быть поверены, а испытательное оборудование – аттестовано.

Должны быть разработаны программы и методики исследований экспериментальных образцов. Программы и методики исследований должны быть согласованы с организацией-Заказчиком технологического предложения.

7.5. Требования к разработке, изготовлению и испытаниям макетов (моделей, экспериментальных образцов), в зависимости от характера (специфики) выполняемого проекта и требований отраслевых стандартов.

В ходе выполнения Проекта должны быть разработаны и изготовлены:

- макеты и опытные образцы стандартных элементов в вариантах топологии;
- макеты бескорпусных мощных СВЧ-транзисторов, используемых для разработки методологии согласования импедансов;

- экспериментальные образцы согласованных СВЧ-устройств, используемых для апробации разработанной методологии (проведения специализированных испытаний).

В ходе выполнения Проекта должны быть проведены испытания:

- исследовательские испытания стандартных элементов в вариантах топологии;

- специализированные испытания согласованных СВЧ-устройств для апробации разработанной методологии.

Количество пластин с вариантами топологии стандартных элементов должно быть согласовано с организацией-Заказчиком технологического предложения на этапе 1, но не менее 3 (трех) пластин. Количество бескорпусных мощных СВЧ-транзисторов и согласованных СВЧ-устройств должно быть достаточным для выполнения задач Проекта, и должно быть согласовано с организацией-Заказчиком технологического предложения на этапе 1.

#### 7.6. Требования к проведению патентных исследований.

На этапе 1 выполнения Проекта должны быть проведены патентные исследования в соответствии ГОСТ Р 15.011- 2022. При получении результатов интеллектуальной деятельности (далее – РИД), способных к правовой охране (в соответствии со ст. 1225 ГК РФ), должны быть проведены дополнительные патентные исследования в соответствии с ГОСТ Р 15.011- 2022.

При получении РИД, способных к правовой охране, они должны быть зарегистрированы в соответствии с законодательством Российской Федерации. Права на РИД, созданные при выполнении проекта, принадлежат организации-Исполнителю.

Исполнителем должны быть представлены сведения об охранных и иных документах, которые будут препятствовать применению результатов работ в Российской Федерации и в других странах с представлением соответствующих обоснованных предложений и расчетов.

7.7. Требования к подготовке предложений (рекомендаций) по реализации результатов проекта.

Разработанная в результате выполнения проекта библиотека топологий и моделей стандартных элементов должна быть использована в качестве научно-технического задела при разработке комплексного инструмента проектирования в составе стандартного технологического процесса организации-Исполнителя.

Разработанная и апробированная в результате выполнения проекта методология согласования импедансов мощных бескорпусных СВЧ-транзисторов должна быть пригодна к использованию при проектировании гибридных СВЧ-устройств

7.8. Требования к предполагаемым результатам исследований и чем должна заканчиваться работа по теме.

В результате реализации технологического предложения должен быть разработан опытный образец библиотеки топологий и моделей стандартных элементов на основе AlGaN полевых транзисторов с длиной затвора 0,5 мкм.

На основе разработанной библиотеки топологий и моделей должна быть разработана методология согласования импедансов мощных бескорпусных СВЧ-транзисторов.

Разработанная методология согласования импедансов мощных бескорпусных СВЧ-транзисторов должна быть апробирована путем проектирования, изготовления и проведения специализированных испытаний, согласованных СВЧ-устройств.

#### 7.9. Требования к перечню (составу и видам) разрабатываемых документов.

На первом этапе выполнения проекта:

- Конструкторская документация (далее – КД) на варианты топологий стандартных элементов;
- программы и методики исследовательских испытаний стандартных элементов;
- акты изготовления оснастки (фотошаблонов) и пластин со стандартными элементами;
- акты и протоколы исследовательских испытаний стандартных элементов;

- промежуточный научно-технический отчет;
- На втором этапе выполнения проекта:
  - файлы электронных моделей и стандартных элементов;
  - документация с результатами экстракции параметров и описанием моделей стандартных элементов;
  - описание методология согласования импедансов мощных бескорпусных СВЧ-транзисторов при проектировании СВЧ-устройств;
  - акты изготовления макетов бескорпусных мощных СВЧ-транзисторов и экспериментальных образцов согласованных СВЧ-устройств;
  - акты и протоколы специализированных испытаний согласованных СВЧ-устройств;
  - КД на опытный образец библиотеки стандартных элементов;
  - итоговый научно-технический отчет.

7.10. 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.

7.10.1. Порядок согласования с организацией-Заказчиком технологического предложения 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 должны быть отражены в плане совместных работ, предоставленном организацией-Исполнителем.

7.10.2 План совместных работ должен быть согласован с организацией-заказчиком технологического предложения в течение одного месяца с даты начала проекта.

7.11. Требования по обеспечению сохранения коммерческой тайны.

7.11.1. Результаты проекта не содержат сведений, составляющих государственную тайну или относимых к охраняемой в соответствии с законодательством Российской Федерации иной информации ограниченного доступа.

7.11.2. Обобщенная информация о результатах выполнения проекта может быть предоставлена по согласованию с организацией-Заказчиком технологического предложения для отображения на публичных информационных ресурсах Российского научного фонда.

7.12. Требования по расчету планируемого экономического эффекта от реализации результатов проекта.

7.12.1. Должна быть проведена технико-экономическая оценка рыночного потенциала полученных результатов проекта.

7.13. Требование необходимости согласования ТЗ с головным научно-исследовательским институтом по виду техники (деятельности).

Требование необходимости согласования ТЗ с головным научно-исследовательским институтом по виду техники (деятельности) не предъявляется.

7.14. Требование необходимости привлечения организации-рецензента и направления ОНТД на рецензию перед рассмотрением на НТС (секции НТС).

Требование необходимости привлечения организации-рецензента и направления ОНТД на рецензию перед рассмотрением на НТС (секции НТС) не предъявляется.

7.15. Другие требования в зависимости от специфики, выполняемого проекта.

Другие требования не предъявляются.

## **8. Порядок приемки проекта (этапов проекта.)**

8.1. Приёмка Проекта осуществляется комиссией организации-Заказчика

технологического предложения в соответствии с ГОСТ Р 53736-2009 с оформлением акта приёмки на всех этапах выполнения Проекта.

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

8.3. Исполнитель за 30 дней до завершения этапа предоставляет организации-Заказчику технологического предложения уведомление о готовности к приёвке 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 организацией-Заказчиком технологического предложения.

## **9. Перечень научно-технической документации, регламентирующий выполнение поставленных организацией-Заказчиком технологического предложения требований и проекта в целом.**

ГОСТ Р 53736-2009 – Изделия электронной техники. Порядок создания и постановки на производство. Основные положения

ГОСТ Р 15.011-2022 – Система разработки и постановки продукции на производства. Патентные исследования. Содержание и порядок проведения.

ГОСТ 3.1001-2011 – Единая система технологической документации. Общие положения.

ГОСТ 2.102-68 – Единая система конструкторской документации. Виды и комплектность конструкторских документов.

ГОСТ 7.32-2017 – Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления

ГОСТ Р 8.563-96 – Государственная система обеспечения единства измерений. Методики выполнения измерений.



Технические требования (исходные данные) организации -Заказчика  
технологического предложения Проекта № 10

**1. Код классификатора по направлению «Микроэлектроника»**

11-411, 11-431

**2. Наименование технологического предложения.**

Разработка технологической платформы гетерогенного формирования германиевых фотодетекторов на длину волны 1,31 мкм на кремниевых фотонных интегральных схемах, предназначенных для высокоскоростных приемопередающих устройств.

**3. Организация-Заказчик технологического предложения.**

Акционерное общество «Зеленоградский нанотехнологический центр» (АО «ЗНТЦ»).

**4. Наименование проекта и вид научных исследований.**

4.1. Разработка технологического процесса формирования эпитаксиальных слоев германия для рin диодов (фотодетекторов) на длину волны 1,31 мкм, сопряженных с кремниевой волноводной структурой.

4.2. Проект предусматривает проведение прикладных научных исследований.

**5. Задачи выполнения проекта.**

5.1. Анализ современных литературных данных по теме Проекта.

5.2. Разработка конструкции Ge фотодетектора на длину волны 1,31 мкм, сопряженного с кремниевой волноводной структурой.

5.3. Изготовление методом МЛЭ тестовых образцов эпитаксиальных структур Ge на кремнии.

5.4. Разработка лабораторной технологии изготовления рin структуры на основе эпитаксиальных пленок германия.

5.5. Изготовление тестовых образцов Ge рin диода в дискретном исполнении.

5.6. Исследование структурных, оптических и электрофизических параметров Ge рin-диода в дискретном исполнении.

5.7. Разработка технологии эпитаксиального роста Ge в окнах SiO<sub>2</sub> на структурах кремний на изоляторе (КНИ).

5.8. Изготовление германиевых рin структур в окнах SiO<sub>2</sub> на КНИ для формирования опытных образцов фотодетекторов, сопряженных с кремниевыми волноводами.

5.9. Исследование характеристик опытных образцов Ge фотодетекторов, сопряженных с кремниевой волноводной структурой по методике, согласованной с заказчиком.

5.10. Проведение расчетов по оптимизации геометрии кремниевой волноводной структуры для сопряжения с германиевым фотодетектором.

5.11. Разработка отчетной научно-технической документации.

**6. Технические требования к разрабатываемой технологии**

6.1. Технологический процесс включает в себя подготовку и проведение молекулярно – лучевой эпитаксии Ge в окнах SiO<sub>2</sub> на структурах КНИ.

6.2. Разрабатываемая технология должна обеспечивать изготовление германиевого фотодетектора, сопряженного с кремниевой волноводной структурой на длине волны 1,31 мкм со следующими параметрами:

- рабочее напряжение 1-3 В,

- диапазон рабочих температур 23±2 °С.

- темновой ток при обратном напряжении 2 В не более 400 нА,

- чувствительность на длине волны 1310 нм не менее 0,8 А/Вт при обратном напряжении 2 В
- полоса частот не менее 20 ГГц, определяемая на –3 Дб при обратном напряжении 2 В

### 6.3. Требования к сырью и материалам.

Материалы, применяемые при изготовлении опытных и тестовых образцов, должны выбираться в соответствии с эксплуатационными требованиями и их конструктивно-технологическими, физико-механическими, электротехническими и другими свойствами.

### 6.4. Требования по эксплуатации, удобству технического обслуживания.

Не предъявляются.

### 6.5. Требования по ресурсосбережению.

Не предъявляются.

### 6.6. Требования по безопасности.

Не предъявляются.

### 6.7. Требования по видам обеспечения.

#### 6.7.1 Требования к нормативно-техническому обеспечению

Разрабатываемые отчетные документы должны соответствовать требованиям ГОСТ 7.32-2017.

#### 6.7.2. Требования к метрологическому обеспечению.

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 8.417-2002, и сопровождаться характеристиками погрешностей, рекомендованных МИ 1317-2004.

## 7. Требования к структуре, составу и объему выполняемых работ

7.1. Требования к исходным данным, которые должны использоваться при выполнении проекта.

Не предъявляются

### 7.2. Требования к составу и объему теоретических исследований.

#### 7.2.1. Должны быть выполнены следующие теоретические работы:

##### 7.2.1.1. Анализ современных литературных данных по теме Проекта.

7.2.1.2. Оптимизация геометрии кремниевой волноводной структуры для сопряжения с германиевым фотодетектором.

7.2.1.3. Анализ физических причин, влияющих на характеристики германиевого фотодетектора, сопряженного с кремниевой волноводной структурой на длине волны 1,31 мкм.

### 7.3. Требования к составу и объему экспериментальных работ.

#### 7.3.1. Должны быть выполнены следующие экспериментальные работы:

7.3.1.1. Изготовление методом МЛЭ тестовых образцов эпитаксиальных структур Ge на кремнии.

##### 7.3.1.2. Изготовление тестовых образцов Ge pin-диода в дискретном исполнении.

7.3.1.3. Исследование структурных, оптических и электрофизических параметров тестовых образцов Ge pin-диодов в дискретном исполнении.

7.3.1.4. Изготовление Ge эпитаксиальных pin структур на предоставленных Заказчиком подложках с окнами SiO<sub>2</sub> на КНИ для формирования опытных образцов фотодетекторов, сопряженных с кремниевыми волноводами.

7.3.1.5. Исследование характеристик опытных образцов Ge фотодетекторов, сопряженных с кремниевой волноводной структурой по методике, согласованной с Заказчиком

7.4. Требования к метрологическому обеспечению экспериментальных исследований.

7.4.1. 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 8.417-2002, и сопровождаться характеристиками погрешностей, рекомендованных МИ 1317-2004.

7.5. Требования к разработке, изготовлению и испытаниям опытных образцов.

7.5.1. Должны быть изготовлены опытные образцы Ge фотодетектора в окнах SiO<sub>2</sub> на КНИ:

7.5.1.1. Организация-Заказчик технологического предложения поставляет организации-Исполнителю исходные структуры для формирования pin диода. Требования к исходным структурам:

- подложки - пластины КНИ со сформированным слоем SiO<sub>2</sub>, содержащим окна;
- диаметр пластин КНИ 100-150 мм;
- размеры окон в слое SiO<sub>2</sub> от 5 до 200 мкм;
- структура должна содержать волновод;
- в окне должен быть сформирован сильнолегированный слой Si (концентрация примеси не менее  $1 \cdot 10^{18} \text{ см}^{-3}$ ).

Уточненные параметры исходных структур, включая размеры и конфигурацию окон SiO<sub>2</sub>, должны быть определены на 1 этапе выполнения Проекта и согласованы организацией-Исполнителем и организацией-Заказчиком технологического предложения.

7.5.1.2. Организация-Исполнитель методом МЛЭ формирует эпитаксиальные pin-структуры на предоставленных образцах. Требования к формируемым структурам:

- толщина структуры 0,2 – 2 мкм.
- концентрация фоновой примеси в i – слое – не более  $5 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-3}$ ,
- концентрация примеси в сильнолегированной слой области – не менее  $1 \cdot 10^{18} \text{ см}^{-3}$ .
- процесс эпитаксии осуществляется по всей площади пластины исходной структуры КНИ.

7.5.1.3. Организация-Заказчик технологического предложения проводит постростовые операции для формирования на образцах с эпитаксиальной pin-структурой фотодетектора, сопряженного с волноводной структурой. Данные операции включают планаризацию пластины КНИ после процесса эпитаксии и удаление Ge, нанесенного вне окон со структурой фотодетектора.

7.5.1.4. Конструкция опытного образца, включая расположение элементов фотодетектора относительно волновода, должна быть разработана на 1 этапе выполнения Проекта.

7.5.2. Количество сформированных опытных образцов должно быть достаточным для выполнения задач Проекта и должно быть согласовано с организацией-Заказчиком технологического предложения на этапе 1.

7.5.3. При выполнении экспериментальных работ должны быть обеспечены следующие характеристики Ge фотодетекторов, сформированных на опытных образцах эпитаксиальных структур:

- рабочее напряжение 1-3 В,
- диапазон рабочих температур 23+/-2 °С.
- темновой ток при обратном напряжении 2 В не более 400 нА,
- чувствительность на длине волны 1310 нм не менее 0,8 А/Вт, при обратном напряжении 2 В
- полоса частот не менее 20 ГГц, определяемая на – 3 Дб при обратном напряжении 2 В

7.5.4. Программы и методики испытаний опытных образцов.

7.5.4.1. Программы и методики испытаний должны быть разработаны на этапе 1 выполнения проекта и согласованы с Заказчиком.

7.5.4.2. Испытания проводятся на опытном образце фотодетектора, требования к которому сформулированы в п. 7.5.1.

7.5.4.3. При испытаниях опытного образца оптический сигнал поступает по волноводу, электрический сигнал снимается с контактов фотодетектора.

7.5.4.4. Программа испытаний должна подтвердить характеристики опытного образца германиевого фотодетектора, сопряженного с кремниевой волноводной структурой на длине волны 1,31 мкм:

- темновой ток при обратном напряжении 2 В не более 400 нА,
- чувствительность на длине волны 1310 нм не менее 0,8 А/Вт, при обратном напряжении 2 В
- полоса частот не менее 20 ГГц, определяемая на – 3 Дб при обратном напряжении 2 В

7.5.5. Требования к измерительному оборудованию для испытания опытных образцов.

Используемые средства измерений должны быть аттестованы в соответствии с ГОСТ Р 8.568-2017, ПР 50.2.104-09 и ПР 50.2.105-09 и поверены в соответствии с порядком поверки, утвержденным приказом Минпромторга России от 02.07.2015 г. № 1815.

7.6. Требования к проведению патентных исследований.

7.6.1. На первом этапе выполнения Проекта должны быть проведены патентные исследования в соответствии с ГОСТ Р 15.011-2022.

7.7. Требования к подготовке предложений (рекомендаций) по реализации результатов проекта.

Не предъявляются.

7.8. Требования к предполагаемым результатам исследований и чем должна заканчиваться работа по теме.

В результате выполнения Проекта должна быть разработана технология процесса формирования эпитаксиальных слоев германия для рpн диодов, требования к которой установлены в п.6 настоящего ТЗ.

7.9. Требования к перечню (составу и видам) разрабатываемых документов.

В ходе выполнения Проекта должна быть разработана следующая научно-техническая и технологическая информация:

7.9.1. Научно-технические отчеты (промежуточный, заключительный) о выполнении Проекта, отражающие результаты работ в соответствии с ГОСТ 3.1105-2011.

7.9.2. Отчеты о патентных исследованиях в соответствии с ГОСТ Р 15.011-2022.

7.9.3. Акты изготовления опытных образцов.

7.9.4. Программы и методики исследования опытных образцов.

7.9.5. Акты и протоколы исследований опытных образцов.

7.9.6. Технологический маршрут эпитаксиального роста Ge в окнах SiO<sub>2</sub>.

Приемка промежуточных и окончательных результатов, в том числе опытных образцов с проведением испытаний, может быть проведена организацией-Заказчиком технологического предложения, который обладает полностью укомплектованной и сертифицированной измерительной и испытательной базой. Испытательный центр соответствует требованиям ГОСТ ИСО/МЭК 17025-2009 14 ЭС РД 005-201 (сертификат № ЭС 01.061.0072-2019).

Права на РИДы, возникающие в ходе реализации технологического предложения принадлежат организации-Исполнителю и организации-Заказчику технологического предложения в равных долях, распоряжение правом исключительное, совместное и безвозмездное для каждой из сторон, авторские/лицензионные отчисления за использование третьими лицами делятся пропорционально долям владения.

Права на остальные результаты Проекта, которые не оформлены как РИД, такие как отчеты, технологии, конструкторская и технологическая документация (далее - КД и ТД),

математические модели, результаты исследований и экспериментов и др. исключительные и совместные у организации-Заказчика технологического предложения и организации-Исполнителя.

7.10. Требования к порядку согласования с организацией-Заказчика технологического предложения 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 опытных образцов согласовываются с организацией-Заказчиком технологического предложения.

7.11. Требования по обеспечению сохранения коммерческой тайны.

Не предъявляются.

7.12. Требования по расчету планируемого экономического эффекта от реализации результатов проекта.

Не предъявляются.

7.13. Требование необходимости согласования ТЗ с головным научно-исследовательским институтом по виду техники (деятельности).

Не предъявляются.

7.14. Требование необходимости привлечения организации-рецензента и направления ОНТД на рецензию перед рассмотрением на НТС (секции НТС).

Не предъявляются.

7.15. Другие требования в зависимости от специфики выполняемого проекта.

Не предъявляются.

## **8. Порядок приемки проекта (этапов проекта).**

8.1. Приемка Проекта осуществляется комиссией организации-Заказчика технологического предложения в соответствии с ГОСТ Р 53736-2009, а результатом ее деятельности является акт приемки на всех этапах выполнения Проекта.

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

8.3. Организация-Исполнитель за 30 дней до завершения этапа предоставляет организации-Заказчику технологического предложения уведомление о готовности к приемке этапа Проекта. Организация-Исполнитель на приемку Проекта должен предоставить утвержденные акты приёмки этапов Проекта, утвержденный отчет о патентных исследованиях, утверждённые Научно-технические отчеты (промежуточный, заключительный) в печатном варианте, утверждённые протоколы испытаний, электронные носители с комплектом ОНТД.

## **9. Перечень научно-технической документации, регламентирующий выполнение поставленных организацией-Заказчиком технологического предложения требований и проекта в целом.**

ГОСТ 7.32-2017; ГОСТ 3.1407-86; ГОСТ 8.417-2002; ГОСТ Р 8.568-2017; ГОСТ Р 15.011-2022; ГОСТ Р 53736-2000, ГОСТ 3.1105-2011.

ПР 50.2.104-09; ПР 50.2.105-09; МИ 1317-2004.

Технические требования (исходные данные) организации-Заказчика  
технологического предложения Проекта № 11

**1. Код классификатора по направлению «Микроэлектроника»**

11-112

**2. Наименование технологического предложения.**

Разработка и внедрение технологии аттестации сверх чистых химических материалов для технологии микроэлектроники с проектными нормами от 65 нм.

**3. Организация-Заказчик технологического предложения.**

Акционерное общество «Микрон» (АО «Микрон»).

**4. Наименование проекта и вид научных исследований.**

4.1. Разработка и внедрение технологии аттестации сверх чистых химических материалов для технологии микроэлектроники с проектными нормами от 65 нм.

4.2. Проект предусматривает проведение прикладных научных исследований.

**5. Задачи выполнения проекта.**

5.1. Разработка и внедрение технологии аттестации сверх чистых химических материалов для технологии микроэлектроники с проектными нормами 65 - 90 нм:

5.1.1. разработка технологии отбора проб;

5.1.2. разработка технологии подготовки аналитического оборудования и оснастки к выполнению анализа;

5.1.3. разработка технологии пробоподготовки;

5.1.4. разработка методики проведения измерений;

5.1.5. разработка порядка обработки результатов измерений и оформления результатов измерения.

5.2. Организация рабочих мест для проведения измерений:

5.2.1. подготовка инфраструктуры для создания контролируемых условий проведения измерений;

5.2.2. закупка, инсталляция и внедрение необходимого аналитического и лабораторного оборудования.

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

5.5. Аттестация разработанных методик измерения параметров химических материалов в соответствии с критериями соответствия метрологическим характеристикам.

5.6. Разработка ОНТД по технологии аттестации сверх чистых химических материалов для технологии микроэлектроники с проектными нормами 65 - 90 нм.

5.7. Разработка методик измерения параметров для следующих сверх чистых химических материалов для технологии микроэлектроники с проектными нормами 65 - 90 нм:

5.7.1. перекись водорода, 31%: массовая доля катионов, концентрация ТОС;

5.7.2. гидроксид аммония, 29%: массовая доля катионов, концентрация основного вещества;

5.7.3. CUPUR: содержание хлоридов. концентрация основного вещества;

5.7.4. 1% фтористоводородная кислота: массовая доля катионов;

5.7.5. 2% гидроксид аммония: массовая доля катионов;

5.7.6. перекись водорода – массовая доля анионов;

5.7.7. серная кислота – массовая доля анионов;

5.7.8. соляная кислота – массовая доля анионов;



- 5.7.9. фтористоводородная кислота – массовая доля анионов;  
 5.7.10. N-метилпирролидон – массовая доля катионов;  
 5.7.11. 3% раствор щавелевой кислоты – массовая доля катионов;  
 5.7.12. ацетат монометилового эфира пропиленгликоля (PGMEA) – массовая доля катионов;  
 5.7.13. азотная кислота – массовая доля катионов;  
 5.7.14. ортофосфорная кислота – массовая доля катионов.

## 6. Технические требования к разрабатываемой технологии.

6.1. Требования к составу технологического процесса. Описание технологического процесса должно содержать:

- 6.1.1. назначение и область применения;  
 6.1.2. требования к показателям точности измерений;  
 6.1.3. требования к средствам измерений, вспомогательным устройствам, материалам и реактивам;  
 6.1.4. методику измерений;  
 6.1.5. требования безопасности, охраны окружающей среды;  
 6.1.6. требования к квалификации операторов;  
 6.1.7. требования к условиям измерений;  
 6.1.8. порядок выполнения измерений;  
 6.1.9. порядок обработки результатов измерений;  
 6.1.10. порядок обработки результатов измерений;  
 6.1.11. порядок оформления результатов измерений;  
 6.1.12. определение точности, погрешности и неопределенности результатов измерений;  
 6.1.13. метрологические характеристики методики измерений;  
 6.1.14. приложения, описывающие порядок подготовки проб, порядок подготовки стандартных растворов и другие необходимые операции;  
 6.1.15. нормативные ссылки.

6.2. Требования к показателям назначения технологического процесса. Метрологические характеристики методик измерения. Должны быть достигнут уровень MDL (Method Detected Limit) – предел обнаружения методик, не хуже:

### Перекись водорода, 31%.

#### Массовая доля примесей катионов, % масс. (ppb):

- |   |   |
|---|---|
| - натрий (Na) - не более $1,0 \cdot 10^{-8}$ (0,1);   | - мышьяк (As) - не более $1,0 \cdot 10^{-8}$ (0,1);   |
| - магний (Mg) - не более $1,0 \cdot 10^{-8}$ (0,1);   | - марганец (Mn) - не более $1,0 \cdot 10^{-8}$ (0,1); |
| - алюминий (Al) - не более $1,0 \cdot 10^{-8}$ (0,1); | - платина (Pt) - не более $1,0 \cdot 10^{-8}$ (0,1);  |
| - калий (K) - не более $1,0 \cdot 10^{-8}$ (0,1);     | - литий (Li) - не более $1,0 \cdot 10^{-8}$ (0,1);    |
| - кальций (Ca) - не более $1,0 \cdot 10^{-8}$ (0,1);  | - бор (B) - не более $1,0 \cdot 10^{-8}$ (0,1);       |
| - титан (Ti) - не более $1,0 \cdot 10^{-8}$ (0,1);    | - барий (Ba) - не более $1,0 \cdot 10^{-8}$ (0,1);    |
| - хром (Cr) - не более $1,0 \cdot 10^{-8}$ (0,1);     | - галлий (Ga) - не более $1,0 \cdot 10^{-8}$ (0,1);   |
| - молибден (Mo) - не более $1,0 \cdot 10^{-8}$ (0,1); | - германий (Ge) - не более $1,0 \cdot 10^{-8}$ (0,1); |
| - железо (Fe) - не более $1,0 \cdot 10^{-8}$ (0,1);   | - висмут (Bi) - не более $1,0 \cdot 10^{-8}$ (0,1);   |
| - никель (Ni) - не более $1,0 \cdot 10^{-8}$ (0,1);   | - стронций (Sr) - не более $1,0 \cdot 10^{-8}$ (0,1); |
| - медь (Cu) - не более $1,0 \cdot 10^{-8}$ (0,1);     | - тантал (Ta) - не более $1,0 \cdot 10^{-8}$ (0,1);   |
| - цинк (Zn) - не более $1,0 \cdot 10^{-8}$ (0,1);     | - ванадий (V) - не более $1,0 \cdot 10^{-8}$ (0,1);   |
| - кобальт (Co) - не более $1,0 \cdot 10^{-8}$ (0,1);  | - цирконий (Zr) - не более $1,0 \cdot 10^{-8}$ (0,1); |
| - серебро (Ag) - не более $1,0 \cdot 10^{-8}$ (0,1);  | - индий (In) - не более $1,0 \cdot 10^{-8}$ (0,1);    |
| - сурьма (Sb) - не более $1,0 \cdot 10^{-8}$ (0,1);   | - кадмий (Cd) - не более $1,0 \cdot 10^{-8}$ (0,1);   |
| - свинец (Pb) - не более $1,0 \cdot 10^{-8}$ (0,1).   | - бериллий (Be) - не более $1,0 \cdot 10^{-8}$ (0,1); |
|   | - олово (Sn) - не более $1,0 \cdot 10^{-8}$ (0,1);    |
|   | - золото (Au) - не более $1,0 \cdot 10^{-8}$ (0,1);   |

- таллий (Tl) - не более  $1,0 \cdot 10^{-8}$  (0,1);
- ниобий (Nb) - не более  $1,0 \cdot 10^{-8}$  (0,1).

Массовая доля примесей анионов, % масс. (ppb):

- хлорид (Cl<sup>-</sup>) – не более  $1,0 \cdot 10^{-5}$  (100,0);
- нитрат (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) – не более  $3,0 \cdot 10^{-5}$  (100,0);
- фосфат (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>) – не более  $2,0 \cdot 10^{-5}$  (100,0);
- сульфат (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) – не более  $2,0 \cdot 10^{-5}$  (100,0).

Массовая концентрация общего окисляемого углерода, мг/дм<sup>3</sup> (ppm)

- $5,0 \cdot 10^{-4}$  (5,00).

**Гидроксид аммония, 29%:**

Массовая доля основного вещества в NH<sub>4</sub>OH, 29%, % масс:

- 27,5-29,0;
- 28,0-30,0.

Массовая доля примесей катионов в NH<sub>4</sub>OH, 29%, % масс. (ppb):

- |   |   |
|---|---|
| - натрий (Na) - не более $1,0 \cdot 10^{-8}$ (0,1);   | - галлий (Ga) - не более $1,0 \cdot 10^{-8}$ (0,1);   |
| - магний (Mg) - не более $1,0 \cdot 10^{-8}$ (0,1);   | - германий (Ge) - не более $1,0 \cdot 10^{-8}$ (0,1); |
| - алюминий (Al) - не более $1,0 \cdot 10^{-8}$ (0,1); | - висмут (Bi) - не более $1,0 \cdot 10^{-8}$ (0,1);   |
| - калий (K) - не более $1,0 \cdot 10^{-8}$ (0,1);     | - стронций (Sr) - не более $1,0 \cdot 10^{-8}$ (0,1); |
| - кальций (Ca) - не более $1,0 \cdot 10^{-8}$ (0,1);  | - тантал (Ta) - не более $1,0 \cdot 10^{-8}$ (0,1);   |
| - титан (Ti) - не более $1,0 \cdot 10^{-8}$ (0,1);    | - ванадий (V) - не более $1,0 \cdot 10^{-8}$ (0,1);   |
| - хром (Cr) - не более $1,0 \cdot 10^{-8}$ (0,1);     | - цирконий (Zr) - не более $1,0 \cdot 10^{-8}$ (0,1); |
| - молибден (Mo) - не более $1,0 \cdot 10^{-8}$ (0,1); | - индий (In) - не более $1,0 \cdot 10^{-8}$ (0,1);    |
| - железо (Fe) - не более $1,0 \cdot 10^{-8}$ (0,1);   | - кадмий (Cd) - не более $1,0 \cdot 10^{-8}$ (0,1);   |
| - никель (Ni) - не более $1,0 \cdot 10^{-8}$ (0,1);   | - бериллий (Be) - не более $1,0 \cdot 10^{-8}$ (0,1); |
| - медь (Cu) - не более $1,0 \cdot 10^{-8}$ (0,1);     | - олово (Sn) - не более $1,0 \cdot 10^{-8}$ (0,1);    |
| - цинк (Zn) - не более $1,0 \cdot 10^{-8}$ (0,1);     | - золото (Au) - не более $1,0 \cdot 10^{-8}$ (0,1);   |
| - кобальт (Co) - не более $1,0 \cdot 10^{-8}$ (0,1);  | - таллий (Tl) - не более $1,0 \cdot 10^{-8}$ (0,1);   |
| - серебро (Ag) - не более $1,0 \cdot 10^{-8}$ (0,1);  | - ниобий (Nb) - не более $1,0 \cdot 10^{-8}$ (0,1);   |
| - сурьма (Sb) - не более $1,0 \cdot 10^{-8}$ (0,1);   |   |
| - свинец (Pb) - не более $1,0 \cdot 10^{-8}$ (0,1);   |   |
| - мышьяк (As) - не более $1,0 \cdot 10^{-8}$ (0,1);   |   |
| - марганец (Mn) - не более $1,0 \cdot 10^{-8}$ (0,1); |   |
| - платина (Pt) - не более $1,0 \cdot 10^{-8}$ (0,1);  |   |
| - литий (Li) - не более $1,0 \cdot 10^{-8}$ (0,1);    |   |
| - бор (B) - не более $1,0 \cdot 10^{-8}$ (0,1);       |   |
| - барий (Ba) - не более $1,0 \cdot 10^{-8}$ (0,1);    |   |

**Растворы HF 1%, NH<sub>4</sub>OH 2%:**

Массовая доля примесей катионов в HF 1%:

- |   |   |
|---|---|
| - натрий (Na) - не более $1,0 \cdot 10^{-8}$ (0,1);   | - кобальт (Co) - не более $1,0 \cdot 10^{-8}$ (0,1);  |
| - магний (Mg) - не более $1,0 \cdot 10^{-8}$ (0,1);   | - серебро (Ag) - не более $1,0 \cdot 10^{-8}$ (0,1);  |
| - алюминий (Al) - не более $1,0 \cdot 10^{-8}$ (0,1); | - сурьма (Sb) - не более $1,0 \cdot 10^{-8}$ (0,1);   |
| - калий (K) - не более $1,0 \cdot 10^{-8}$ (0,1);     | - свинец (Pb) - не более $1,0 \cdot 10^{-8}$ (0,1);   |
| - кальций (Ca) - не более $1,0 \cdot 10^{-8}$ (0,1);  | - мышьяк (As) - не более $1,0 \cdot 10^{-8}$ (0,1);   |
| - титан (Ti) - не более $1,0 \cdot 10^{-8}$ (0,1);    | - марганец (Mn) - не более $1,0 \cdot 10^{-8}$ (0,1); |

- хром (Cr) - не более  $1,0 \cdot 10^{-8}$  (0,1);
- молибден (Mo) - не более  $1,0 \cdot 10^{-8}$  (0,1);
- железо (Fe) - не более  $1,0 \cdot 10^{-8}$  (0,1);
- никель (Ni) - не более  $1,0 \cdot 10^{-8}$  (0,1);
- медь (Cu) - не более  $1,0 \cdot 10^{-8}$  (0,1);
- цинк (Zn) - не более  $1,0 \cdot 10^{-8}$  (0,1);
- платина (Pt) - не более  $1,0 \cdot 10^{-8}$  (0,1);
- литий (Li) - не более  $1,0 \cdot 10^{-8}$  (0,1);
- бор (B) - не более  $1,0 \cdot 10^{-8}$  (0,1);

Массовая доля примесей катионов в NH<sub>4</sub>OH 2%, % масс. (ppb):

- натрий (Na) - не более  $1,0 \cdot 10^{-8}$  (0,1);
- магний (Mg) - не более  $1,0 \cdot 10^{-8}$  (0,1);
- алюминий (Al) - не более  $1,0 \cdot 10^{-8}$  (0,1);
- калий (K) - не более  $1,0 \cdot 10^{-8}$  (0,1);
- кальций (Ca) - не более  $1,0 \cdot 10^{-8}$  (0,1);
- титан (Ti) - не более  $1,0 \cdot 10^{-8}$  (0,1);
- хром (Cr) - не более  $1,0 \cdot 10^{-8}$  (0,1);
- молибден (Mo) - не более  $1,0 \cdot 10^{-8}$  (0,1);
- железо (Fe) - не более  $1,0 \cdot 10^{-8}$  (0,1);
- никель (Ni) - не более  $1,0 \cdot 10^{-8}$  (0,1);
- медь (Cu) - не более  $1,0 \cdot 10^{-8}$  (0,1);
- цинк (Zn) - не более  $1,0 \cdot 10^{-8}$  (0,1);
- кобальт (Co) - не более  $1,0 \cdot 10^{-8}$  (0,1);
- серебро (Ag) - не более  $1,0 \cdot 10^{-8}$  (0,1);
- сурьма (Sb) - не более  $1,0 \cdot 10^{-8}$  (0,1);
- свинец (Pb) - не более  $1,0 \cdot 10^{-8}$  (0,1);
- мышьяк (As) - не более  $1,0 \cdot 10^{-8}$  (0,1);
- марганец (Mn) - не более  $1,0 \cdot 10^{-8}$  (0,1);
- платина (Pt) - не более  $1,0 \cdot 10^{-8}$  (0,1);
- литий (Li) - не более  $1,0 \cdot 10^{-8}$  (0,1);
- бор (B) - не более  $1,0 \cdot 10^{-8}$  (0,1).

**Допустимая массовая доля примесей анионов в химических материалах.**

Перекись водорода, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>:

Массовая доля примесей анионов, нижняя граница, ppb:

- хлорид (Cl<sup>-</sup>) – 10;
- нитрат (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) – 30;
- фосфат (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>) – 20;
- сульфат (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) – 20.

Серная кислота, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>:

- хлорид (Cl<sup>-</sup>) – 50;
- нитрат (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) – 100;
- фосфат (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>) – 100.

Соляная кислота, HCl:

- хлорид (Cl<sup>-</sup>) – 500 (свободный хлор);
- фосфат (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>) – 30;
- сульфат (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) – 200;
- сульфит (SO<sub>3</sub><sup>2-</sup>) – 500.

Фтористоводородная кислота, HF:

- хлорид (Cl<sup>-</sup>) – 100;
- нитрат (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) – 10;
- фосфат (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>) – 10;
- сульфат (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) – 100.

*Примечание: Приведенные требования к значениям концентрации анионов уточняются в Техническом Задании на разработку.*

**Допустимая массовая доля примесей катионов в химических материалах.**

3.4 % Щавелевая кислота:

Содержание катионов (ppb)

- Al- 10;
- Ba – 1;
- Ca – 10;
- Mg – 10;
- Mn – 1;
- Na – 10;

- Cd – 1;
- Co – 1;
- Cr – 10;
- Cu – 10;
- Fe – 20;
- Li – 1;
- Ni – 10;
- Pb – 10;
- Sr – 1;
- Zn – 10.

Ацетат монометилового эфира пропиленгликоля:

Содержание катионов (ppb):

Ag, Al, As, Au, B, Ba, Be, Bi, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Ga, Ge, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Nb, Ni, Pb, Sb, Sn, Sr, Ta, Ti, V, Zn, Zr, Tl) – все элементы 10.

N-метил-2-пирролидон:

Содержание катионов (ppb):

Ag, Al, As, Au, B, Ba, Be, Bi, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Ga, Ge, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Nb, Ni, Pb, Sb, Sn, Sr, Ta, Ti, V, Zn, Zr, Tl) – все элементы 10, Fe -5.

Азотная кислота:

Содержание катионов (ppb):

Ag, Al, As, B, Ba, Be, Bi, CaCo, Cr, Cu, Ga, Mg, Mn, Mo, Nb, Ni, Pb, Sn, Sr, Ta, Ti, V, Zn, Zr, Tl) – все элементы 10. Au, Cd, Fe, Ge, K, Li, Na, Sb – все элементы 5.

Ортофосфорная кислота:

Содержание катионов (ppb)

- Al – 300;
- As – 100;
- Au – 150;
- Ca – 1100;
- Cd – 450;
- Cr – 200;
- Cu – 100;
- Fe – 700;
- K – 450;
- Mg – 200;
- Mn – 100;
- Na – 500;
- Ni - 200;
- Pb – 300;
- Sb – 3500;
- Sr – 100;
- Ti – 300;
- V – 400;

6.3. Требования к сырью и материалам.

6.3.1. Для предотвращения несанкционированных загрязнений прецизионного аналитического оборудования предусмотреть в технологической документации и организовать входной контроль качества, в т.ч. документальный, исходных анализируемых материалов.

6.3.2. Применяемые сырье и материалы должны, при необходимости, иметь паспорта безопасности, оформленные в соответствии с ГОСТ 30333 и действующими документами по стандартизации оборонной продукции;

6.3.3. Применение исходного сырья и материалов иностранного производства допускается в исключительных технически обоснованных случаях, с учетом принятых мероприятий по импортозамещению и снижению зависимости от продукции иностранного производства в порядке, установленном организацией-Заказчиком технологического предложения;

6.3.4. При выполнении измерений параметров сверх чистых химических материалов для технологии микроэлектроники с проектными нормами 65 - 90 нм по разработанным методикам применять оснастку, реагенты и другие вспомогательные элементы, исключающие внесение загрязнений в анализируемый материал, искажающих результаты замеров.

6.4. Требования по эксплуатации, удобству технического обслуживания.

Эксплуатация разработанной технологии (использование по назначению) должна проводиться в контролируемых условиях окружающей среды в чистых помещениях класса не хуже БИСО по ГОСТ Р ИСО 14644-1, с поддерживаемой температурой воздуха в

диапазоне не хуже  $\pm 2^{\circ}\text{C}$ , и влажностью в диапазоне не хуже  $\pm 10\%$ . 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.

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».

#### 6.5. Требования по ресурсосбережению.

В состав технологической документации должны быть включены нормативы расхода материалов на выполнение технологических и измерительных операций. При внедрении разрабатываемой технологии необходимо предусмотреть мероприятия по сокращению указанных нормативов.

#### 6.6. Требования по безопасности.

Должны быть разработаны требования обеспечения безопасности труда и охраны окружающей среды на всех стадиях жизненного цикла разрабатываемой технологии и используемых материалов по ГОСТ 52319, ГОСТ Р 14.13, ГОСТ Р ИСО 14644-3, ОСТ 11 0967.2 и стандартами системы безопасности труда и охраны окружающей среды и обеспечено их выполнение.

#### 6.7. Требования по видам обеспечения:

6.7.1. обеспечение и контроль качества в процессе разработки и применения технологии аттестации сверх чистых химических материалов для технологии микроэлектроники с проектными нормами 65 - 90 нм должны соответствовать ГОСТ ИСО 9001;

6.7.2. используемые средства измерений должны быть утвержденного типа в соответствии с приказом Минпромторга России от 28.08.2020 № 2905 и поверены в соответствии с порядком поверки, утвержденным приказом Минпромторга России от 31.07.2020 № 2510;

6.7.3. испытательное оборудование должно быть аттестовано в соответствии с порядком, установленным ГОСТ Р 8.568, иметь защиту от несанкционированного доступа к узлам регулировки режимов и обеспечивать стабильные условия испытаний;

6.7.4. порядок аттестации разработанных методик (методов) измерений должен соответствовать Приказу Минпромторга России от 15.12.2015 № 4091;

6.7.5. средства испытаний и измерений должны иметь соответствующую эксплуатационную документацию (техническое описание, формуляр или паспорт), а также свидетельства об аттестации и поверке (калибровке), соответственно;

6.7.6. технические характеристики средств испытаний и измерений должны быть достаточными для подтверждения соответствия испытываемых образцов структур требованиям к техническим характеристикам работы.

6.8. Организация, разрабатывающая и внедряющая технологию аттестации сверх чистых химических материалов для технологии микроэлектроники с проектными нормами 65 - 90 нм должна иметь соответствующую аналитическую лабораторию, аттестованную на соответствие ГОСТ ИСО 17025-2017.

6.9. Требования стандартизации, унификации и каталогизации не предъявляются.

### **7. Требования к структуре, составу и объему выполняемых работ.**

7.1. Требования к исходным данным, которые должны использоваться при выполнении проекта. Исходными данными для разработки технологии аттестации сверх чистых химических материалов для технологии микроэлектроники с проектными нормами 65- 90 нм являются требования к параметрам химических материалов, изложенных в разделе 6 настоящего технического задания.

7.2. Требования к составу и объему теоретических исследований. Теоретические исследования должны быть направлены на изучение и выбор современных передовых

методов измерения параметров химических материалов по 30-35 контролируемым элементам примеси с массовой долей элементов примеси уровня  $10^{-8} \dots 10^{-9}$  % массы. К таким химическим материалам относятся в т.ч. перекись водорода, 31%; гидроксид аммония, 29%; CUPUR; 1% фтористая кислота; 2% гидроксид аммония, фтористоводородная кислота (HF), серная кислота ( $H_2SO_4$ ), соляная кислота (HCl), N-метилпирилодон, 3/% раствор щавелевой кислоты, ацетат монометилового эфира пропиленгликоля (PGMEA), азотная кислота, ортофосфорная кислота. В основу исследований должны быть положены методы масспектрометрии с индуктивно связанной плазмой, атомно-эмиссионной спектрометрии, атомно-абсорбционной спектрометрии, ионной хроматографии, кулонометрического титрования. Должен быть осуществлен выбор аналитического оборудования, обеспечивающего измерение параметров химических материалов в указанных диапазонах.

7.3. Требования к составу, объему и качеству экспериментальных работ. Состав экспериментальных работ:

7.3.1. обработка технологии отбора/получения и транспортировки проб химических материалов из тары в состоянии поставки или от заказчика анализа;

7.3.2. обработка технологии подготовки лаборатории к проведению замеров (оснастки, химических реагентов, стандартных растворов и др);

7.3.3. обработка технологии подготовки проб к проведению замеров (пробоподготовка);

7.3.4. обработка технологии непосредственного замера параметров химических материалов на аналитическом оборудовании;

7.3.5. объем проводимых по пп. 7.3.1 – 7.3.4 работ должен соответствовать требованиям п.7.4.2;

7.3.6. качество проводимых по пп. 7.3.1 – 7.3.4 работ должно соответствовать требованиям ГОСТ ИСО 17025-2019.

7.4. Требования к метрологическому обеспечению экспериментальных исследований.

7.4.1. метрологические характеристики аналитического оборудования, применяемого в разрабатываемой технологии, должны обеспечивать достижение заданного предела обнаружения методик;

7.4.2. 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, согласно таблице 1.

Наименование и обозначение элемента	Диапазон измерений массовой доли, ppt	Относительное среднеквадратическое отклонение повторяемости, $\sigma_{г,отн.}$ , %	Относительное среднеквадратическое отклонение внутри-лабораторной прецизионности, $\sigma_{Рл,отн.}$ , %	Границы относительной систематической погрешности и при вероятности $P = 0,95, \pm \delta_c$ , %	Границы относительной погрешности при вероятности $P = 0,95, \pm \delta_c$

7.5. Аттестация разрабатываемых методик должна проводиться в соответствии с Разделом 8 настоящего технического задания.

7.6. Требования к проведению патентных исследований. Проводятся по патентам Российской Федерации в соответствии с ГОСТ Р 15.011-2022.



7.7. Требования к подготовке предложений (рекомендаций) по реализации результатов проекта. Реализация результатов работы проводится путем внедрения разработанной технологии аттестации сверх чистых химических материалов для технологии микроэлектроники с проектными нормами 65 - 90 нм в химико-физических лабораториях Российской Федерации и других стран, соответствующих установленным в данном техническом задании требованиям. Подготовка аналитических лабораторий (в том числе на предприятиях-производителях сверхчистых химических реактивов) к реализации разрабатываемой технологии должна осуществляться в рамках программ, направленных на импортозамещение в области производства сверхчистых химических материалов. Разработанная технология применима и для микроэлектронных производств с менее жесткими проектными нормами (до 180 нм).

7.8. Требования к предполагаемым результатам исследований и чем должна заканчиваться работа по теме. В результате выполнения работы должен быть разработан, апробирован и внедрен в практику комплект технологической документации, полностью описывающий технологию аттестации сверх чистых химических материалов для технологии микроэлектроники с проектными нормами 65 - 90 нм. Комплект документации должен включать в себя, в том числе, 17 новых аналитических методик (см п.7.15).

7.9. Требования к перечню (составу и видам) разрабатываемых документов.

7.9.1. требования к документам:

- ГОСТ Р 8.563-2009 «Методики (методы) измерений»;
- ГОСТ Р ИСО 5725-1-2002 – 5725-6-2002 «Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений»;
- РМГ 61-2010 «Показатели точности, правильности, прецизионности методик количественного химического анализа. Методы оценки»;
- РМГ 76-2014 «Внутренний контроль качества результатов количественного химического анализа»;
- В соответствии с Разделом 9.

7.9.2. состав документов – комплект методик в соответствии с п.7.15. Методики должны включать в себя разделы и приложения в соответствии с п.6.1 настоящего технического задания.

7.10. 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.

7.11. Требования по обеспечению сохранения коммерческой тайны.

При выполнении ОКР 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, а также «Инструкцией по обеспечению режима секретности в Российской Федерации», утвержденной постановлением Правительства Российской Федерации от 05.01.2004 № 3-1.

7.12. Требования по расчету планируемого экономического эффекта от реализации результатов проекта. В рамках реализации технического задания должна быть проведена оценка военно-политического, социального и экономического эффекта от внедрения разрабатываемой технологии.

7.13. Требование необходимости согласования ТЗ с головным научно-исследовательским институтом по виду техники (деятельности). При необходимости при отсутствии собственного Научно-технического совета организации.

7.14. Требование необходимости привлечения организации-рецензента и направления ОНТД на рецензию перед рассмотрением на НТС (секции НТС). На усмотрение организации-Исполнителя.

7.15. В результате реализации технического задания должны быть получены следующие результаты:

- разработана и аттестована аналитическая методика по анализу массовой доли анионов в перекиси водорода;
- разработана и аттестована аналитическая методика по анализу массовой доли примесей элементов (катионов) в перекиси водорода;
- разработана и аттестована аналитическая методика по анализу концентрации ТОС (общего окисляемого углерода) в перекиси водорода;
- разработана и аттестована аналитическая методика по анализу основного вещества в гидроксиде аммония;
- разработана и аттестована аналитическая методика по анализу массовой доли примесей элементов (катионов) в гидроксиде аммония;
- разработана и аттестована аналитическая методика по анализу содержания хлоридов в химическом растворе CUPUR.
- разработана и аттестована аналитическая методика по анализу массовой доли примесей элементов (катионов) в 1% фтористоводородной кислоте;
- разработана и аттестована аналитическая методика по анализу массовой доли примесей элементов (катионов) в 2% гидроксиде аммония;
- разработана и аттестована аналитическая методика по анализу массовой доли основного вещества в химическом реактиве CUPUR.
- разработана аналитическая методика по анализу массовой доли примесей элементов (анионов) в  $H_2O_2$ ;
- разработана аналитическая методика по анализу массовой доли примесей элементов (анионов) в  $H_2SO_4$ ;
- разработана аналитическая методика по анализу массовой доли примесей элементов (анионов) в  $HCl$ ;
- разработана аналитическая методика по анализу массовой доли примесей элементов (анионов) в  $HF$ ;
- разработана аналитическая методика по анализу массовой доли примесей элементов (катионов) в N-метилпролидоне;
- разработана аналитическая методика по анализу массовой доли примесей элементов (катионов) в 3.4% растворе щавелевой кислоты;
- разработана аналитическая методика по анализу массовой доли примесей элементов (катионов) в ацетате монометилового эфира пропиленгликоля (PGMEA);
- разработана аналитическая методика по анализу массовой доли примесей элементов (катионов) в азотной кислоте;
- разработана аналитическая методика по анализу массовой доли примесей элементов (катионов) в ортофосфорной кислоте;

Все разработанные методики будут надлежащим образом аттестованы по правилам Росстандарта.

## 8. Порядок приемки проекта (этапов проекта).

8.1. Этапы, сроки выполнения работы и предъявляемые результаты приведены в таблице 2.

№ этапа	Наименование этапа	Результат (Что предъявляется)	Сроки выполнения
1	Этап 1. Разработка эскизного проекта технологии аттестации сверх чистых химических	Отчет о проведении исследования современных аналитических методик по теме	С начала проекта до 01.12.2024 г.

№ этапа	Наименование этапа	Результат (Что предьявляется)	Сроки выполнения
	<p><b>материалов для технологии микроэлектроники с проектными нормами 65 - 90 нм.</b></p> <p>Проведение теоретических исследований вопросов по созданию аналитических методик с заданными показателями.</p> <p>Проведение патентных исследований.</p> <p>Выдача исходных данных на разработку КД, ТД, проектов технических условий (ТУ).</p> <p>Разработка пилотных документов технологических процессов аттестации материалов (для лабораторных условий).</p> <p>Разработка пилотного комплекта технологической документации.</p> <p>Формирование технического задания на разработку и аттестацию методик;</p> <p>Разработка текстовой части методик в соответствии с п. 7.15 технического задания.</p> <p>Формирование рабочих мест для проведения анализов на базе нового аналитического оборудования.</p> <p>Аналитическое исследование существующих технологий в мире и аналитического оборудования;</p> <p>Составление справки о соответствии полученных результатов требованиям ТЗ.</p> <p>Разработка отчетных документов по этапу 1.</p> <p>Предъявление этапа 1.</p> <p>Согласование и утверждение Акта сдачи-приемки этапа 1.</p> <p>Составление НТО по результатам выполнения этапа 1.</p>	<p>технического задания и аналитического оборудования.</p> <p>Отчет о проведении патентных исследований.</p> <p>Справка о выдаче исходных данных на разработку КД, ТД, проектов технических условий (ТУ).</p> <p>Комплект пилотных документов технологических процессов аттестации материалов (для лабораторных условий в соответствии с пп. 6.1 и 7.15 настоящего ТЗ).</p> <p>Пилотный комплект технологической документации.</p> <p>Техническое задание на разработку и аттестацию методик;</p> <p>Текстовая часть методик в соответствии с п. 7.15 технического задания.</p> <p>Акт о вводе рабочих мест для проведения анализов на базе нового аналитического оборудования в эксплуатацию.</p> <p>Справка о соответствии полученных результатов требованиям ТЗ.</p> <p>Комплект отчетных документов по этапу 1.</p> <p>Предъявительская записка по приемке этапа 1.</p> <p>Согласованный и утвержденный Акт сдачи-приемки этапа 1.</p> <p>НТО по результатам выполнения этапа 1.</p>	
2	<p><b>Этап 2. Разработка технологии аттестации сверх чистых химических материалов для технологии микроэлектроники с проектными нормами 65 - 90 нм.</b></p> <p>Корректировка (при необходимости) комплекта технологической документации с присвоением литеры «О».</p> <p>Разработка программы набора статистических данных по применению методик.</p> <p>Выполнение работ по набору статистических данных по</p>	<p>Откорректированный (при необходимости) комплект технологической документации в соответствии с пп. 6.1 и 7.15 настоящего ТЗ, с присвоением литеры «О».</p> <p>Программа и план набора статистических данных по применению методик.</p> <p>Протоколы результатов измерений по разработанным методикам.</p>	С 01.01.2025 г. по 01.12.2025г.

№ этапа	Наименование этапа	Результат (Что предъявляется)	Сроки выполнения
	<p>применению аналитических методик в соответствии с программой. Получение отзыва потребителя о готовности разработанной технологии к испытаниям. 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.</p>	<p>Отчет по выполнению работ по набору статистических данных по применению аналитических методик в соответствии с программой. Отзыв потребителя о готовности разработанной технологии к испытаниям. 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.</p>	
3	<p><b>Этап 3. Аттестация технологии анализа сверх чистых химических материалов для технологии микроэлектроники с проектными нормами 65 - 90 нм.</b> 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) КД и ТД на процесс изготовления материала с присвоением литеры «О<sub>1</sub>». 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.</p>	<p>Аттестаты разработанных методик. Расчет метрологических характеристик разработанных методик. Программу приемки результатов работы. Протоколы результатов приемочных испытаний. Акт по результатам проведения приемочных испытаний работы. Комплект скорректированной по результатам приемочных испытаний (при необходимости) КД и ТД на процесс изготовления материала в соответствии с пп. 6.1 и 7.15 настоящего ТЗ. с присвоением литеры «О<sub>1</sub>». Справка о технико-экономических показателях разработанной технологии. Справка о технологической подготовке лаборатории и внедрении технологии. Комплект отчетных документов по этапу 3 НИР и НИР в целом. Итоговый НТО. Предъявительская записка по выполнению этапа 3 работы и работы в целом. Согласованный и утвержденный Акта сдачи-</p>	С 01.01.2026 г. по 01.12 2026г.

№ этапа	Наименование этапа	Результат (Что предъявляется)	Сроки выполнения
	Подготовка проекта Решения по Акту комиссии по приемке работы в целом. Составление Заключения (отчета) о возможности применения технологии от предприятия-заказчика работы.	приемки этапа 3 и работы в целом. Проект Решения по Акту комиссии по приемке работы в целом. Заключение (отчет) о возможности применения технологии от предприятия-заказчика работы.	

## 8.2. Порядок выполнения и приемки работы:

8.2.1. работа выполняется с одновременным освоением производства;

8.2.2. объем проведенных в соответствии с технологией измерений параметров химических материалов должен быть достаточным для проведения приемо-сдаточных испытаний;

8.2.3. порядок выполнения и приемки этапов работы и работы в целом осуществляется в соответствии с ГОСТ Р 15.101-2021. Национальный стандарт Российской Федерации. Система разработки и постановки продукции на производство. Порядок выполнения научно-исследовательских работ;

8.2.4. исполнитель вправе привлекать к исполнению работы третьих лиц в порядке, предусмотренном действующим законодательством и Конкурсной документацией на проведение публичного конкурса на получение грантов Российского научного фонда по направлению «Микроэлектроника» стратегических инициатив Президента Российской Федерации в научно-технологической сфере;

8.2.5. 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;

8.2.6. при выполнении работы должны соблюдаться требования конфиденциальности сведений, касающихся выполняемой работы и полученных результатов. Передача сведений и (или) результатов работы третьей стороне может осуществляться с письменного разрешения Российского Научного Фонда.

8.2.7. Порядок приемки результатов технологического предложения:

8.2.7.1. Приемка промежуточных результатов:

Предъявляются утвержденные тексты методик, протоколы замеров параметров химических материалов, предварительный НТО.

8.2.7.2. Приемка окончательных результатов:

Предъявляются программа приемки результатов реализации технологического предложения по шифру «Анализ», расчеты метрологических параметров, аттестаты методик, итоговый НТО.

Программа итоговых испытаний и аттестации технологии аттестации сверх чистых химических материалов для технологии микроэлектроники с проектными нормами 65 -90 нм аналитических методик 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;
- план расчета метрологических параметров, составление справки о соответствии полученных результатов метрологическим параметрам в аттестатах методик;

- корректировку (при необходимости) текстового содержания методики;
- форму итогового отчета, акта о проведении итоговых испытаний и аттестата разработанной технологии аттестации сверх чистых химических материалов для технологии микроэлектроники с проектными нормами 65 - 90 нм.

**9. Перечень научно-технической документации, регламентирующий выполнение поставленных организацией-Заказчиком технологического предложения требований и проекта в целом.**

ГОСТ 3.1001-2011 ЕСТД. Общие положения

ГОСТ 3.1102-2011 ЕСТД. Стадии разработки и виды документов. Общие положения

ГОСТ 3.1105-2011 ЕСТД. Формы и правила оформления документов общего назначения

ГОСТ 3.1118-82 ЕСТД. Формы и правила оформления маршрутных карт

ГОСТ 3.1122-84 ЕСТД. Формы и правила оформления документов специального назначения. Ведомости технологические

ГОСТ 3.1201-85 ЕСТД. Система обозначения технологической документации



Технические требования (исходные данные) организации-Заказчика  
технологического предложения Проекта № 12

**1. Код классификатора по направлению «Микроэлектроника»**

11-111

**2. Наименование технологического предложения.**

Исследование и разработка технологических процессов изготовления объемной 3D сборки с формированием интерпозера и монтажа чипов с алюминиевой металлизацией стад-бампами по технологии flip-chip.

**3. Организация-Заказчик технологического предложения.**

Акционерное общество «Научно-исследовательский институт микроэлектронной аппаратуры «Прогресс» (АО «НИИМА «Прогресс»).

**4. Наименование проекта и вид научных исследований.**

4.1. Разработка технологического процесса флип-чип монтажа кристаллов с алюминиевой металлизацией на интерпозер, подложку, корпус.

4.2. Проект предусматривает проведение ориентированных научных исследований.

**5. Задачи выполнения проекта.**

5.1. Разработка конструкторской и технологической документации (далее - КД и ТД) для макетной сборки многокристальной объемной 3D сборки.

5.2. Моделирование интерпозера, математическая модель с распределенными F-параметрами.

5.3. Изготовление на интерпозере макетного образца объемной 3D сборки кристаллов с алюминиевой металлизацией контактных площадок (далее КП) и его испытания.

5.4. Климатические испытания макета в соответствии с ОСТ 11 073.013-2008:

- термоциклированием от -40 °С до +85 °С, до 10 циклов с выдержкой 15 минут;

- на воздействие повышенной +85 °С и пониженной -40 °С температуры среды 3 часа;

- на воздействие повышенной температуры 120 °С в течении 500 ч (искусственное старение).

5.5. Исследование влияния соединения золото-алюминий на появления интерметаллидной составляющей контакта до и после климатических испытаний.

5.6. Проведение комплекса исследований для формирования научно-обоснованных решений по конструктивно-технологическому исполнению изделий по технологии флип-чип монтажа, выбору методов, оборудования и материалов бампирования и капиллярного компаудирования.

5.7. Разработка ОНТД по результатам подбора технологических режимов, отдельных операций 3D сборки.

**6. Технические требования к разрабатываемой технологии.**

6.1. Требования к составу технологического процесса (далее -ТП).

6.1.1. Технологический процесс должен полностью соответствовать требованиям безопасности труда и электронно-вакуумной гигиены в соответствии с условиями ГОСТ Р ИСО 14644-1-2017.

6.1.2. Технологический процесс следует разрабатывать на основе имеющихся типовых или групповых технологических процессов.

6.1.3. Разрабатываемый технологический процесс (ТП) должен обеспечивать следующие показатели совместимости с производством организации-Заказчика технологического предложения:

- 1) диаметр используемых в техпроцессе пластин для интерпозера – не более 150 мм.
- 2) топологическая норма – не хуже 2 мкм;
- 3) толщина интерпозера от 100 до 300 мкм, диаметр отверстия 20 – 50 мкм;
- 4) материал заполнения TSV отверстий – медь;
- 5) материал поверхности КП – золото;
- 6) кол-во уровней металлизации в интерпозере – 1-3 с каждой из сторон, определяется на уровне схемотехнического проектирования, к концу 1 этапа.
- 7) припойное бампирование – диаметр от 40 до 60 мкм, SAC305;
- 8) размер КП – от 60 мкм;
- 9) шаг КП – не менее 120 мкм;
- 10) толщина кристаллов – не менее 200 мкм;
- 11) размер применяемой проволоки - диаметр от 18 мкм.

6.2. Разрабатываемая технология должна обеспечивать флип-чип монтаж кристаллов с алюминиевой металлизацией к подложке (корпус, интерпозер), а также изготовление многокристальных высокоплотных объемных 3D сборок состоящих из кристаллов с алюминиевой металлизацией КП, что ранее было невозможно без формирования специального химического UBM-покрытия (Under bump metallization – металлизация под припойный бамп).

6.3. Требования к сырью и материалам.

6.3.1. В первоочередное применение подлежат сырье, материалы, изготавливаемые предприятиями Российской Федерации с приемкой ОТК.

6.3.2. Материалы и сырье, используемые при изготовлении макета, должны быть пожаровзрывобезопасными и не иметь вредных и токсичных выделений.

6.3.3. Все сырье и материалы должны проходить входной контроль в соответствии с НТД.

6.4. Требования по эксплуатации, удобству технического обслуживания.

К макету изделия демонстратора технологии не предъявляются.

6.5. Требования по ресурсосбережению должны быть уточнены на этапе опытной эксплуатации.

6.6. Требования по безопасности, выполнения технологического процесса.

- общим требования безопасности должен соответствовать требованиям ГОСТ 12.3.002-75.

- по уровню пожарной опасности по ГОСТ Р 12.3.047-98 - 1;

- по классу опасности вредных веществ по ГОСТ 12.1.007-76 - 1;

6.7. Требования по видам обеспечения.

6.7.1. Требования по метрологическому обеспечению

6.7.1.1. Все измерительное оборудование и методики измерений, применяемые для контроля параметров технологического процесса и характеристик макетного образца, должны быть пригодны для использования и поверены в установленном порядке.

## **7. Требования к структуре, составу и объему выполняемых работ.**

7.1. Требования к исходным данным, которые должны использоваться при выполнении проекта.

Материал интерпозера – кремниевая пластина, диаметром 150 мм, толщиной не более 700 мкм. Переходные отверстия в интерпозере медные. Материал стад-бампа – золотая микропроволока. Материал припойного бампа – SAC305.

7.2. Требования к составу и объему теоретических исследований.

7.2.1. Должны быть проанализированы современные литературные данные по теме Проекта.

7.2.2. Должны быть оптимизированы минимальные размеры стад-бмпов, припойных бампов, количества их материала на площадь сборки. Аспектные отношения отверстий в интерпозере.

7.2.3. Должна быть составлена математическая модель кремниевого интерпозера с F-параметрами.

7.2.4. Должен быть произведен сравнительный анализ преимуществ и недостатков технологии флип-чип монтажа по сравнению со стандартной технологией монтажа с проволочной разваркой.

7.3. Требования к составу, объему и качеству экспериментальных работ. Должны быть выполнены следующие мероприятия:

7.3.1. Разработана схема макета состоящего из кристаллов с алюминиевой металлизацией отражающие реальные приборы или разработаны и изготовлены тестовые кристаллы со структурами позволяющими получить измерения электрических параметров. Определяется на первом этапе проекта.

7.3.2. Проектирование и изготовление фотошаблонов для образцов кремниевого интерпозера. Изготовление интерпозера.

7.3.3. Подбор параметров формирования стад-бампа. Выбор оптимальной геометрии для флип-чип монтажа, проведение испытаний на отрыв в соответствии с ОСТ 11-073.013-2008 для оценки адгезии стад-бампа.

7.3.4. Формирование гибридного припойного стад-бампа на тестовых кристаллах.

7.3.5. Флип-чип монтаж тестовых кристаллов на интерпозер.

7.3.6. Монолитизация сборки заполнением подкристалльного пространства высокотекучим непроводящим компаундом.

7.3.7. Получение 30 экспериментальных образцов

7.3.8. Проведение климатических испытаний, указанных в п.5.4 и параметрических измерений полученных образцов.

7.4. Требования к метрологическому обеспечению экспериментальных исследований.

7.4.1. 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 8.417-2002, и сопровождаться характеристиками погрешностей, рекомендованных МИ 1317-2004.

7.5. Требования к разработке, изготовлению и испытаниям макетов.

7.5.1. Должны быть изготовлены макетные образцы интерпозера с аспектным отношением не более 10:1.

7.5.2. Должны быть изготовлены макетные образцы кристаллов с тестовой структурой, или подобраны кристаллы с алюминиевой металлизацией отвечающие задачам проекта.

7.5.1. Должны быть подобраны материалы микропроволоки, припойных бампов, капиллярного компаунда.

7.6. Требования к проведению патентных исследований.

7.6.1. На первом этапе выполнения Проекта должны быть проведены патентные исследования в соответствии с ГОСТ Р 15.011-2022.

7.7. Требования к подготовке предложений (рекомендаций) по реализации результатов проекта.

Результаты проекта могут быть рекомендованы производителям ЭКБ, дизайн-центрам для возможности распространения преимуществ флип-чип монтажа на широкий круг ЭКБ содержащей кристаллы с алюминиевой металлизацией, и с помощью комбинации кристаллов создания сложнофункциональных, компактных приборов с улучшенными

характеристиками относительно сборок с применением поверхностного монтажа дискретных электронных компонентов.

7.8. Требования к предполагаемым результатам исследований и чем должна заканчиваться работа по теме.

В результате выполнения Проекта должен будет разработан технологический процесс флип-чип монтажа кристаллов с алюминиевой металлизацией на подложку (интерпозер, корпус) и изготовлены макетные образцы демонстратора технологических процессов многокристальной объемной 3D сборки

7.9. Требования к перечню (составу и видам) разрабатываемых документов.

7.9.1. Научно-технические отчеты (промежуточный, заключительный) о выполнении Проекта, отражающие результаты работ по ГОСТ 3.1001-2011 .

7.9.2. Отчеты о патентных исследованиях в соответствии с ГОСТ Р 15.011-2022.

7.9.3. Программы и методики исследования образцов.

7.9.4. Протоколы исследований макетных образцов.

7.9.5. Разработанный технологический маршрут флип-чип монтажа кристаллов с алюминиевой металлизацией.

7.10. 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.

7.10.1. Программа и методика испытаний должна быть написана таким образом, чтобы обеспечить подтверждение достижения технических характеристик спроектированной на первом этапе проекта 3D сборки.

7.11. Требования по обеспечению сохранения коммерческой тайны.

Не предъявляются.

7.12. Требования по расчету планируемого экономического эффекта от реализации результатов проекта.

Не предъявляются.

7.13. Требование необходимости согласования ТЗ с головным научно-исследовательским институтом по виду техники (деятельности)

Не предъявляются.

7.14. Требование необходимости привлечения организации-рецензента и направления ОНТД на рецензию перед рассмотрением на НТС (секции НТС).

Не предъявляются.

7.15. Другие требования в зависимости от специфики, выполняемого проекта.

Не предъявляются.

## **8. Порядок приемки проекта (этапов проекта)**

8.1. Приемка Проекта осуществляется комиссией организации-Заказчика технологического предложения в соответствии с ГОСТ Р 53736-2009, а результатом ее деятельности является акт приемки на всех этапах выполнения Проекта.

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

8.3. Исполнитель за 30 дней до завершения этапа предоставляет организации-Заказчику технологического предложения уведомление о готовности к приемке этапа Проекта. Организация-Исполнитель на приемку Проекта должен предоставить утвержденные акты приёмки этапов Проекта, утвержденный отчет о патентных исследованиях, утверждённые Научно-технические отчеты (промежуточный, заключительный) в печатном варианте, утверждённые протоколы испытаний, электронные носители с комплектом ОНТД.

**9. Перечень научно-технической документации, регламентирующий выполнение поставленных организацией-Заказчиком технологического предложения требований и проекта в целом.**

ОСТ 11 073.013-2008 – Микросхемы интегральные. Методы испытаний.

ГОСТ Р ИСО 14644-1-2017 Чистые помещения и связанные с ними контролируемые среды.

ГОСТ 8.417-2002 Государственная система обеспечения единства измерений. Единицы величин.

МИ 1317-2004 Результаты и характеристики погрешности измерений. Формы представления. Способы использования при испытаниях образцов продукции и контроле их параметров.

ГОСТ 3.1001-2011 Единая система технологической документации. Общие положения.

ГОСТ Р 15.011-2022 Система разработки и постановки продукции на производство. Патентные исследования. Содержание и порядок проведения.

ГОСТ 15.101-98 «Система разработки и постановки продукции на производство. Порядок выполнения научно-исследовательских работ».

ГОСТ 7.32-2001 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления».

ГОСТ Р 53736-2009 Изделия электронной техники. Порядок создания и постановки на производство. Основные положения.

ГОСТ Р 12.3.047-98 -1 Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля.

ГОСТ 12.1.007-76 Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.

ГОСТ 12.3.002-75 Система стандартов безопасности труда. Процессы производственные. Общие требования безопасности.

**Приложение № 2 к конкурсной документации**  
на проведение открытого публичного конкурса на получение грантов Российского научного фонда по направлению «Микроэлектроника» стратегических инициатив Президента Российской Федерации в научно – технологической сфере

Форма Титульный лист заявки в Российский научный фонд

на конкурс по мероприятию: **«Проведение ориентированных научных исследований в рамках стратегических инициатив Президента Российской Федерации в научно – технологической сфере» и «Проведение прикладных научных исследований в рамках стратегических инициатив Президента Российской Федерации в научно – технологической сфере по направлению Микроэлектроника стратегических инициатив Президента Российской Федерации в научно – технологической сфере»**

Название Проекта	Номер Проекта/Лота	
	Код раздела классификатору по направлению «Микроэлектроника»	
	Наименование раздела классификатора по направлению «Микроэлектроника»	
	Основной код Проекта по классификатору по направлению «Микроэлектроника»	
	Наименование основного кода Проекта по классификатору по направлению «Микроэлектроника»	
	Дополнительный код Проекта по классификатору по направлению «Микроэлектроника»	
	Направление Проекта	
Полное и сокращенное наименование организации-Заказчика технологического предложения		
Название технологического предложения		
Вид научного исследования		
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: 2023	Год окончания Проекта: 202_
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 <sup>19</sup> _____/_____ _____/	Дата регистрации заявки	
Печать (при наличии) организации – участника конкурса		

<sup>19</sup>Либо 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.

## СВЕДЕНИЯ О НАУЧНОМ (НАУЧНО – ТЕХНИЧЕСКОМ) ПРОЕКТЕ

- 1.1. Название Проекта
- 1.2. Планируемый объем финансирования Проекта Фондом по годам (указывается в тыс. рублей): 2023 г. – \_\_\_\_\_, 2024 г. – \_\_\_\_\_, 2025 г. – \_\_\_\_\_, 2026 г. – \_\_\_\_\_<sup>20</sup>.
- 1.3. Стратегическая инициатива Президента Российской Федерации в научно – технологической сфере.
- 1.4. Направление из Стратегии научно – технологического развития российской Федерации (утверждена Указом Президента Российской Федерации от 1 декабря 2016 года № 642 О Стратегии научно – технологического развития Российской Федерации).
- 1.5. Научные, технические и/или технологические задачи, которые требуется решить в рамках Проекта.
- 1.6. Научно-техническая и/или научно-технологическая проблема, которая лежит в основании научной, технической и/или технологической задачи, требующей решения.
- 1.7. Технология/материалы/оборудование/программы, которая должна быть разработана (улучшена, воспроизведена, уточнена) в ходе выполнения Проекта.
- 1.8. Характеристики Технология/материалы/оборудование/программы которые должны быть разработаны (улучшены, воспроизведены, уточнены) в ходе выполнения Проекта, определяющие их технический уровень<sup>21</sup> и конкурентоспособность.<sup>22</sup>
- 1.9. Ключевые слова (не более 15 терминов).
- 1.10. Аннотация Проекта (объем не более 5 стр., в том числе – ожидаемые технические (технологические) решения поставленной задачи, новизна решения).
- 1.11. По итогам реализации Проекта Организация-исполнитель предполагает получить следующие результаты.

**Сведения о софинансировании**

- 1.12. Планируемый объем софинансирования Проекта по годам (указывается в тыс. рублей): 2023 г. – \_\_\_\_\_, 2024 г. – \_\_\_\_\_, 2025 г. – \_\_\_\_\_, 2026 г. – \_\_\_\_\_.
- 1.13. Краткая аннотация механизма софинансирования и видов работ, мероприятий технического задания, которые планируется выполнить за счет софинансирования, предоставляемого организацией-Заказчиком технологического предложения.
- 1.14. Файл<sup>23</sup> с обоснованием планируемых затрат в рамках отдельных этапов выполнения Проекта с расшифровкой по статьям расходов.

**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:

<sup>20</sup> Несоответствие планируемого объема финансирования Проекта (в том числе отсутствие информации в соответствующих полях формы) требованиям пункта 9 конкурсной документации является основанием недопуска заявки к конкурсу.

<sup>21</sup> 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.

<sup>22</sup> Способность изделия соответствовать сложившимся требованиям внутреннего и внешнего рынка на рассматриваемый период.

<sup>23</sup> Файл в форме pdf, до 3 Мб.

– \_\_\_\_\_ (указывается наименование организации потребителя (эксплуатанта) продукции, ИНН).

**Руководитель организации-участник конкурса и руководитель Проекта подтверждают, что:**

– обеспечат выполнение требований, предусмотренных в Приложение № 1 к конкурсной документации в отношении Проекта;

– помимо гранта Фонда и софинансирования, 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<sup>24</sup>, печать (при ее наличии) организации**

(уполномоченного представителя, действующего на основании доверенности или распорядительного документа)

**Подпись руководителя проекта**

---

<sup>24</sup>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.

## 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 организации<sup>25</sup> (при наличии).
- 2.14. Перечень имеющегося 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 Проекта.<sup>26</sup>
- 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.
- 2.17. Перечень планируемого к приобретению за счет средств гранта исследовательского оборудования, экспериментальной (технологической), испытательной и измерительной инфраструктуры, материалов, комплектующих, информационных ресурсов для выполнения Проекта. *(Перечень должен соответствовать информации указанной в «Технико-экономическое обоснование расходов на реализацию проекта», Приложение В к 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.

<sup>25</sup>Система 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.

<sup>26</sup>Копии документов в формате pdf, до 3 Мб.

**Руководитель организации-участник конкурса подтверждают, что:**

- ознакомлен с условиями конкурса Фонда и согласен на финансирование Проекта, в случае его поддержки, через организацию;
- 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;
- в случае признания заявки победителем организация-участник конкурса берет на себя обязательства, предусмотренные пунктом 20, 31.2, 37, 39, 42, 43, 44, 45 конкурсной документации.

**Подпись руководителя организации<sup>27</sup>, печать (при ее наличии) организации**

(уполномоченного представителя, действующего на основании доверенности или распорядительного документа)

---

<sup>27</sup>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.

## СВЕДЕНИЯ О РУКОВОДИТЕЛЕ ПРОЕКТА

- 3.1. Фамилия, имя, отчество.  
SPIN – код<sup>28</sup>  
РИНЦ AuthorID<sup>29</sup>
- 3.2. Дата рождения.
- 3.3. Гражданство.
- 3.4. Ученая степень, год присуждения (*при наличии*)<sup>30</sup>.
- 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 изданий, 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*)<sup>31</sup>.
- 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 в период с 1 января 2018 года до даты подачи заявки. (*при наличии*) на языке оригинала<sup>32</sup>.
- 3.10. Перечень и регистрационные номера патентов, полученных в период с 1 января 2018 года до даты подачи заявки (*при наличии*).
- 3.11. Основные научные, научно-технические, технологические результаты руководителя Проекта за период с 1 января 2018 года.
- 3.12. Опыт участия и/или руководства в выполнении опытно-конструкторских и технологических работ, опытно-конструкторских разработках (указываются наименования организаций, их местонахождение, форма участия (руководитель или исполнитель), названия работ/разработок и сроки выполнения за период с 1 января 2018 год). Шифр(ы) работ.
- 3.13. В том числе проектов, финансируемых РНФ (*при наличии*):  
Являлся или являюсь руководителем проекта(ов)<sup>33</sup> № \_\_\_\_\_,  
№ \_\_\_\_\_.

<sup>28</sup>SPIN-код указан в авторском профиле, который становится доступен, если при поиске автора в базе данных РИНЦ в результатах поиска нажать на фамилию автора.

<sup>29</sup>РИНЦ AuthorID указан в авторском профиле, который становится доступен, если при поиске автора в базе данных РИНЦ в результатах поиска нажать на фамилию автора.

<sup>30</sup>В случае наличия нескольких ученых степеней, указывается та из них, которая наиболее соответствует тематике проекта.

<sup>31</sup>Руководитель 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.

<sup>32</sup>Для 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»).

<sup>33</sup>Или руководителем направления комплексной научной программы организации.



Являлся или являюсь исполнителем проекта(ов) № \_\_\_\_\_,  
№ \_\_\_\_\_.

3.14. Планируемое участие в научных, научно-технических проектах (в любом качестве) в 2023 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 РФФИ, ФПИ, РНФ, 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 – \_\_\_\_ процентов<sup>34</sup>.

3.16. Предполагаемая форма трудовых отношений<sup>35</sup> с организацией-Исполнителем:

*Организация будет являться основным местом работы<sup>36</sup> (характер работы – не дистанционный);*

*Трудовой договор по совместительству<sup>37</sup> (характер работы – не дистанционный).*

3.17. Почтовый адрес.

3.18. Контактный телефон.

3.19. Электронный адрес (E – mail).

3.20. Файл с дополнительной информацией<sup>38</sup> (другая дополнительная информация, которая, по мнению руководителя Проекта, может быть полезна при проведении экспертизы данного Проекта).

С условиями конкурса Фонда (в том числе, с пунктами – 16, 17, 31.4 конкурсной документации) ознакомлен и согласен. Подтверждаю свое участие в Проекте.

<b>Фамилия, имя и отчество (при наличии)</b>	
<b>Данные документа, удостоверяющего личность<sup>39</sup></b>	

<sup>34</sup>Имеется в виду – от полной занятости в рамках трудовых или гражданско-правовых правоотношений, т.е. занятость в свободное от основной работы время также должна учитываться.

<sup>35</sup>В соответствии с пунктом 16 конкурсной документации трудовой договор с руководителем Проекта не может быть дистанционным и/или предусматривать возможность осуществления трудовой деятельности за пределами территории Российской Федерации.

<sup>36</sup>Указывается 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).

<sup>37</sup>Указывается 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.

<sup>38</sup>Один файл в формате pdf, до 3 Мб.

<sup>39</sup>Непредставление данных документа, удостоверяющего личность, является основанием недопуска заявки к

(серия, номер, сведения о дате и органе выдачи)	
Адрес проживания	
<b>Оператор персональных данных</b>	Российский научный фонд
<p>Я выражаю согласие<sup>40</sup> на обработку указанным выше оператором персональных данных, внесенных в настоящую форму мною лично.</p> <p>Обработка Российским научным фондом (адрес: г. Москва, ул. Солянка, д. 14, строение 3) указанных выше персональных данных может осуществляться <b>посредством</b> их сбора, систематизации, накопления, хранения, уточнения, использования, блокирования, распространения на официальном сайте Российского научного фонда, передачи и уничтожения <b>с целью</b> 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.</p>	

**Подпись руководителя организации<sup>41</sup>, печать (при ее наличии) организации**

(уполномоченного представителя, действующего на основании доверенности или распорядительного документа)

**Подпись руководителя проекта**

конкурсу.

<sup>40</sup>Заполнение является обязательным в соответствии с требованиями Федерального закона от 27 июля 2006 г. № 152-ФЗ «О персональных данных».

<sup>41</sup>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.

## 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 с 1 января 2018 года, в том числе сведения о создании в этот период новой или усовершенствовании производимой продукции (товаров, работ, услуг), о создании новых или усовершенствовании применяемых технологий<sup>42</sup>.

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, участия 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 в период с 1 января 2019 года 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

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, участия в оргкомитетах или программных комитетах известных национальных и международных научных, научно – технологических конференций, иной опыт организации международных и национальных технологических мероприятий (*при наличии*);

<sup>42</sup>Приводятся сведения о передаче результатов научной деятельности для их последующей коммерциализации и/или иного практического использования в экономике и социальной сфере.

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 номер патентов (при наличии), полученных в период с 1 января 2019 года 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, участия 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 в период с 1 января 2019 года до даты подачи заявки.

4.5. Соответствие профессионального уровня членов коллектива задачам Проекта.

4.6. Организация системы управления в Проекте распределение, роли в Проекте\_

**Подпись руководителя организации<sup>43</sup>, печать (при ее наличии) организации**

(уполномоченного представителя, действующего на основании доверенности или распорядительного документа)

**Подпись руководителя проекта**

<sup>43</sup>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.

## 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. Целевые параметры, которые ставятся в качестве ожидаемых результатов в исследованиях и разработках, для получения технологии/материалов/оборудования/программы с требуемыми характеристиками (параметрами) продуктов, услуг.

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 достижения результата, исходя из текущего уровня знаний, компетенций, технических возможностей в стране.

5.9. Текущий уровень зрелости технологии<sup>44</sup> (разработки, результатов исследований).

5.10. Подробное описание текущего уровня достигнутого результата исследований/разработок (решения научной, технической и/или технологической проблемы).

5.11. Описание теоретических, аналитических и экспериментальных исследований, демонстраций, которые были выполнены (в том числе другими коллективами) и подтверждают достижение текущего уровня зрелости технологии.<sup>45</sup>

5.12. Аргументы, указывающие на высокую вероятность связи между демонстрацией результатов текущей стадии зрелости технологии, и ожидаемыми характеристиками технологии в условиях производства.

5.13. Ожидаемые научно – технические (научно – технологические) результаты реализации Проекта<sup>46</sup>.

5.14. Полезный эффект<sup>47</sup> от возможности применения результата реализации Проекта, приходящегося на единицу затрат, в целях оптимизации технических решений.

5.15. 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.

---

<sup>44</sup>В соответствии с ГОСТ Р 58048-2017 «Национальный стандарт Российской Федерации. Трансфер технологий. Методически указания по оценке уровня зрелости технологий».

<sup>45</sup>Указание ссылок, документирующих результаты анализа, эксперимента, моделирования, прототипирования, проектирования.

<sup>46</sup>Научно-техническая продукция: Результаты завершенных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (комплект конструкторской и технологической документации с literой «О1» или «А»; технические условия; научно-технический отчет; отчет о патентных исследованиях; аттестаты методов измерений; экспериментальные и опытные образцы, макеты, прототипы и др.).

<sup>47</sup>Оценка полезного эффекта от возможного применения разрабатываемого изделия, приходящегося на единицу затрат, в целях оптимизации технических решений, полученного как результат технико-экономического анализа.

5.16. Предлагаемое распределение прав на результаты интеллектуальной деятельности, полученные по итогам Проекта.

5.17. Предлагаемый порядок технологического сопровождения использования результатов Проекта в производстве (при необходимости) в части проведения, сертификации, метрологического обеспечения, аттестации, получения разрешений, стандартизации, иное.

5.18. Перечень соисполнителей Проекта, с определением работ и результатов, которые должны быть ими выполнены в рамках Проекта (в соответствии с Приложением № 1 к заявке) это все в смете есть.

5.19. Файл<sup>48</sup> с дополнительной информацией 1<sup>49</sup>

5.20. Файл<sup>50</sup> с дополнительной информацией 2 (если информации, приведенной в файле 1, окажется недостаточно).

**Подпись руководителя организации<sup>51</sup>, печать (при ее наличии) организации**

(уполномоченного представителя, действующего на основании доверенности или распорядительного документа)

**Подпись руководителя проекта**

---

<sup>48</sup> С графиками, фотографиями, рисунками и иной информацией о содержании Проекта. Один файл в формате pdf, до 3 Мб.

<sup>49</sup> 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.

<sup>50</sup> С графиками, фотографиями, рисунками и иной информацией о содержании Проекта. Один файл в формате pdf, до 3 Мб.

<sup>51</sup> 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.



## ПРОЕКТНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

6.1. Техническое задание на выполнение ориентированных/прикладных научных исследований в рамках технологического предложения по Проекту. Приложение А к заявке)

*Оформляется по шаблону соответствующему направлению Проекта. Структурные компоненты шаблона (разделы, пункты, подпункты) удалять нельзя. При необходимости техническое задание может быть дополнено необходимыми пунктами, подпунктами.*

6.2. План – график выполнения работ по Проекту (Приложение Б к заявке).

6.3. Смета расходов (Приложение В к заявке).

**Подпись руководителя организации<sup>52</sup>, печать (при ее наличии) организации**

(уполномоченного представителя, действующего на основании доверенности или распорядительного документа)

**Подпись руководителя проекта**

---

<sup>52</sup>В случае подписания формы уполномоченным представителем организации (в том числе – руководителем филиала) к печатному экземпляру заявки прилагается копия распорядительного документа или доверенности, заверенная печатью организации.

**Приложение А**  
к Приложению № 2 к конкурсной документации  
на проведение открытого публичного конкурса на  
получение грантов Российского научного фонда  
по направлению «Микроэлектроника»  
стратегических инициатив Президента  
Российской Федерации в научно –  
технологической сфере

Шаблон  
технического задания при выборе Проекта, направленного на исследование новых  
технологий изготовления изделий ЭКБ

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение *ориентированных или прикладных\** научных исследований**  
**в рамках**

---

Название технологического предложения  
ПО ПРОЕКТУ:

---

Название проекта, шифр проекта

*\* Выбрать конкретный вид научных исследований*

## 1. Наименование, шифр и сроки выполнения НИР<sup>53</sup>

- 1.1. Наименование: Название Проекта.
- 1.2. Шифр: Шифр Проекта.
- 1.3. [Дата начала проекта – дата окончания проекта]

## 2. Основание для выполнения НИР<sup>54</sup>

2.1. Основанием для выполнения НИР является соглашение на предоставление гранта по Проекту [Название проекта] в рамках технологического предложения [Название технологического предложения] и договор, заключенный между организацией – Исполнителем и организацией – Заказчиком технологического предложения на выполнение НИР по Проекту.

2.2. Заказчиком НИР является [название организации-Заказчика технологического предложения].

2.3. Исполнителем НИР является [название организации - участника конкурса].

2.4. Перечень соисполнителей НИР:

[название соисполнителей проекта] – в части выполнения...;

[название соисполнителей проекта] – в части выполнения...;

- [...].

## 3. Цели и задачи НИР<sup>55</sup>

3.1. В ходе выполнения НИР должно быть создано: [наименование вида научно-технической продукции].

Разрабатываемый [-ая, -ое] [наименование вида научно-технической продукции] предназначен [-а, -о] для [(указывается назначение и область применения)].

3.2. Задачи, решаемые в ходе выполнения НИР являются: [указываются задачи]

Разработка .....

Моделирование....;

Изготовление.....;

Исследование.....;

Испытания.....;

Разработка отчётной научно-технической документации .....

## 4. Технические требования к разрабатываемой технологии<sup>56</sup>

4.1. Состав технологического процесса (далее – ТП)

<sup>53</sup>Указывают название проекта, сроки начала и окончания выполнения проекта в целом.

<sup>54</sup>Указывают полное наименование документа (документов), на основании которого (которых) должна выполняться данная работа, номер и дата его (их) утверждения, а также организацию (организации), утвердившую (утвердившие) документ (документы). Указывают полные и сокращенные наименования заказчика технологического предложения, исполнителя НИР и исполнителей составных частей НИР.

<sup>55</sup>Приводят общую характеристику и оценку состояния вопросов, решаемых при выполнении НИР, излагают цели данной работы, а также задачи, решение которых обеспечивает достижение поставленных целей.

<sup>56</sup>Указывают требования, определяемые назначением научно-технической продукции, условиями его применения (хранения), с учетом номенклатуры групп основных требований, установленных в НД. Значения величин, определяющих количественные требования, параметры и характеристики научно-технической продукции, 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 материала.

В состав разрабатываемого [-ой] [наименование ТП] должны входить:

- [...];
- [программное обеспечение], предназначенное [-ая, ое] для [(при необходимости его разработки в составе ТП)];
- эксплуатационная документация;
- ....

#### 4.2. Требования к показателям назначения ТП

4.2.1. Перечень технологических операций (далее – ТО), входящих в состав разрабатываемого технологического процесса

4.2.1.1. Разрабатываемый [наименование ТП] должен включать следующие технологические операции:

- [наименование ТО 1] - [вновь разрабатывается; дорабатывается в части ... (указать суть доработки); заимствуется];
- [наименование ТО 2] - [вновь разрабатывается; дорабатывается в части ... (указать суть доработки); заимствуется];
- [...]

4.2.2. Нормы и количественные показатели ТП

4.2.2.1. Разрабатываемый [наименование ТП] должен обеспечивать следующие показатели:

- [наименование показателя 1] — [(указать значение)] [(указать единицу измерения)], [не более; не менее];
- [наименование показателя 2] — [(указать значение)] [(указать единицу измерения)], [не более; не менее];
- [...]

4.2.3. Технические характеристики (параметры) технологических операций (ТО)

4.2.3.1. Разрабатываемый [наименование ТП] должен обеспечивать технические характеристики технологических операций приведенные в таблице [...]:

Таблица [...]

Наименование операции	Параметры технологических операций (ТО) технологического процесса (ТП)					
	Наименование	Значение		Оптимальное	Предельно допустимое	Критическое
		Технологическая норма				
1	2	3	4	5	6	7

[...]

4.2.4. Требования к качеству технологического процесса

4.2.4.1. Разрабатываемый [наименование ТП] должен обеспечивать следующие показатели качества:

- [наименование показателя 1] - [(указать значение)] [(указать единицу измерения)], [не более; не менее];
- [наименование показателя 2] - [(указать значение)] [(указать единицу измерения)], [не более; не менее];

4.3. Требования к сырью и материалам

- [...]

- 4.4. Требования по эксплуатации, удобству технического обслуживания
- 4.4.1. Рабочие и предельные условия выполнения технологического процесса  
- [...]
- 4.4.2. Требования по эксплуатационным режимам технологического процесса  
Разрабатываемый [наименование ТП] должен функционировать в следующих режимах:  
- [наименование режима 1] - [описание или характеристика режима 1];  
- [наименование режима 2] - [описание или характеристика режима 2];  
- [...]
- 4.4.3. Требования по времени непрерывной или циклической работы технологического процесса  
- [...]
- 4.4.4. Требования к системе эксплуатационного контроля технологического процесса  
- [...]
- 4.5. Требования по ресурсосбережению  
- [...]  
Значения показателей ресурсосбережения разрабатываемого технологического процесса могут быть уточнены на этапе опытной эксплуатации.
- 4.6. Требования по безопасности
- 4.6.1. Требования по безопасности выполнения технологического процесса  
- [...]
- 4.6.2. Требования по обеспечению охраны окружающей среды  
- [...]
- 4.7. Требования по видам обеспечения
- 4.7.1. Требования по метрологическому обеспечению  
- [...]
- 4.7.2. Требования по другим видам обеспечения  
- [...]
- 4.8. Другие требования в зависимости от специфики выполняемой НИР

## **5. Требования к структуре, составу и объему выполняемых работ<sup>57</sup>**

<sup>57</sup>Устанавливают требования, предъявляемые к НИР, направленные на решение задач НИР. В данном разделе в общем случае могут быть установлены:

- а) основные направления проводимых исследований;
- б) исходные данные, которые должны использоваться при выполнении НИР;
- в) перечень (состав и виды) разрабатываемых документов;
- г) требования к разработке, изготовлению и испытаниям макетов (моделей, экспериментальных образцов), необходимость и порядок согласования с заказчиком разрабатываемых в НИР документов, в том числе программ и методик испытаний макетов (моделей, экспериментальных образцов, места проведения их испытаний и др.), конструкторской и другой технической документации и ее состав;
- д) требования к методам исследований, к разработке математического и программного обеспечения исследований, способам и точности обработки результатов исследований;
- е) требования к объему аналитических и (или) статистических данных, используемых в процессе исследований;
- ж) требования к проведению патентных исследований;
- з) требования к метрологическому обеспечению экспериментальных исследований;
- и) требования к подготовке предложений (рекомендаций) по реализации результатов НИР
- к) предполагаемые результаты исследований и чем должна заканчиваться работа по теме;
- л) другие требования в зависимости от специфики, выполняемой НИР.

5.1. Требования к исходным данным, которые должны использоваться при выполнении НИР

- [...]

5.2. Требования к составу и объему теоретических исследований

Должны быть выполнены следующие теоретические работы:

- [...]

Указанные работы должны предусматривать выполнение в следующих объемах (в разрезе работ):

- [...]

5.3. Требования к составу, объему и качеству проведения экспериментальных работ

Должны быть выполнены следующие экспериментальные работы:

- [...]

Указанные работы должны быть выполнены в следующих объемах:

- [...]

При выполнении экспериментальных работ должны быть обеспечены следующие характеристики качества их проведения:

- [...]

Место проведения экспериментальных работ: [указать наименования организаций, где будут проводиться экспериментальные работы]

5.4. Требование к метрологическому обеспечению экспериментальных исследований

- [...]

5.5. Требования к составу и объему работ по моделированию

Должны быть выполнены следующие работы по моделированию:

- [...]

Указанные работы должны быть выполнены в следующих объемах:

- [...]

5.6. Требования к составу и объему работ по прототипированию (созданию и испытаниям прототипов, макетов, лабораторных и экспериментальных образцов)

Должны быть выполнены следующие работы по прототипированию (созданию и испытаниям прототипов, макетов, лабораторных и экспериментальных образцов):

- [...]

Указанные работы должны быть выполнены в следующих объемах:

- [...]

В ходе работ по прототипированию должны быть оценены следующие технические решения:

- [...]

5.7. Требования к составу и объему работ по проектированию (разработка эскизных конструкторской документации (КД) и технологической документации (ТД) для макетов и экспериментальных образцов)

Должны быть выполнены следующие работы проектированию (разработка эскизных конструкторской документации (КД) и технологической документации (ТД) для макетов и экспериментальных образцов):

- [...]

Указанные работы должны быть выполнены в следующих объемах:

- [...]

5.8. Для подтверждения и проверки выбранных [конструктивно-схемных, конструктивно-технологических и технических] решений, а также требований надежности



и других, предъявляемых к разрабатываемому[-ой] [сокращенное наименование вида продукции или аббревиатура], его составным частям (сборочным единицам) должны быть изготовлены и испытаны следующие [макет, модель, экспериментальный образец]:

на этапе [наименование или номер этапа работ]:

[макет, модель, экспериментальный образец] [наименование составной части 1];

[макет, модель, экспериментальный образец] [наименование составной части 2];

[...]

на этапе [наименование или номер этапа работ]:

[макет, модель, экспериментальный образец] [наименование составной части 1];

[макет, модель, экспериментальный образец] [наименование составной части 2];

[...]

5.9. Требования к разработке, изготовлению и испытаниям макетов (моделей, экспериментальных образцов), в зависимости от характера (специфики) выполняемой НИР и требований отраслевых стандартов

- [...]

5.10. Испытания макетов (моделей, экспериментальных образцов) должны быть проведены по утвержденным программам и методикам.

5.11. Для подтверждения соответствия разрабатываемой продукции настоящим Требованиям и нормативно-технической документации должны быть проведены следующие испытания опытного [-ых] образца [-ов]:

предварительные испытания с целью предварительной оценки соответствия опытного [-ых] образца [-ов] продукции настоящим Требованиям, а также для определения готовности опытного [-ых] образца [-ов] к приемочным испытаниям;

приемочные испытания с целью оценки соответствия всех определенных настоящими Требованиями характеристик продукции, проверки и подтверждения соответствия опытного [-ых] образца [-ов] продукции настоящим Требованиям в условиях, максимально приближенных к условиям реальной эксплуатации (применения, использования) продукции, а также для принятия решений о возможности промышленного производства и реализации продукции.

5.11.1. Для проведения испытаний должно быть изготовлено следующее количество опытных образцов [по каждому виду продукции]:

для предварительных испытаний - [...] (указать значение) шт.;

для приемочных испытаний - [...] (указать значение) шт.

5.11.2. Предварительные и приемочные испытания опытных образцов должны быть проведены по утвержденным программам и методикам.

5.11.3. Место проведения предварительных и приемочных испытаний - (указать наименования организаций, где будут проводиться испытания).

5.12. На этапе [-ах] [...] (указать наименование или порядковые номера этапа(-ов) работ) должны быть проведены патентные исследования в соответствии с ГОСТ Р 15.011-2022.

5.13. Патентная чистота на методы изготовления и конструктивные решения должна быть обеспечена в отношении Российской Федерации.

5.14. Должны быть представлены сведения об охранных и иных документах, которые будут препятствовать применению результатов работ в Российской Федерации с представлением соответствующих обоснованных предложений и расчетов.

5.15. При получении результатов интеллектуальной деятельности, способных к правовой охране, они должны быть зарегистрированы в соответствии с законодательством РФ.

5.16. Требования к подготовке предложений (рекомендаций) по реализации результатов проекта

- [...]

5.17. Требования к предполагаемым результатам исследований и чем должна заканчиваться работа по теме

- [...]

5.18. Другие требования в зависимости от специфики выполняемой НИР

- [...]

## **6. Требования к разрабатываемой документации<sup>58</sup>**

6.1. В ходе выполнения НИР должна быть разработана следующая научно-техническая документация:

Отчеты о НИР (промежуточные и заключительный) оформленные в соответствии с ГОСТ 7.32-2001.

Комплект эскизной документации ...

[...]

Программы и методики...

Отчет о патентных исследованиях по ГОСТ Р 15.011-2022

6.2. Требования к порядку согласования с заказчиком разрабатываемых в НИР документов, в том числе программ и методик испытаний макетов (моделей, экспериментальных образцов, места проведения их испытаний и др.), конструкторской и другой технической документации

- [...]

6.3. Оформление технической документации должно соответствовать требованиям ГОСТ ...

6.4. Техническая и отчетная документация должна быть представлена на бумажном носителе в одном экземпляре и в электронном виде на оптическом носителе в одном экземпляре.

## **7. Требования защиты государственной тайны при выполнении НИР**

---

<sup>58</sup>Указывают конкретный состав научно-технической продукции и отчетно-технической документации (ОНТД), а также других технических и организационно-методических документов (методик, программ, расчетов экономической эффективности от реализации НИР, положений, инструкций, наставлений, руководств, учебных пособий и т.п.), разрабатываемых и предъявляемых к приемке на этапах НИР и по НИР в целом с указанием соответствующих документов по стандартизации, устанавливающих требования к содержанию, оформлению и порядку их разработки. При этом указывают способ выполнения документации (на бумажном или на любом другом информационном носителе), а также количество комплектов документации, оформляемой исполнителем НИР после окончания этапов и всей НИР в целом, в том числе количество комплектов документации, представляемых заказчику. Виды, состав и комплектность разрабатываемой технической документации могут быть установлены документом "Комплектность разрабатываемой технической документации», разрабатываемом на первом отчетном периоде. Техническая [конструкторская, технологическая, программная, эксплуатационная, ремонтная - указать в соответствии с темой проекта] документация должна соответствовать требованиям стандартов [ЕСКД, ЕСТД, ЕСПД - указать в соответствии с темой проекта], а также требованиям [указать иную нормативно-техническую документацию, действующую в отрасли]. Указывают требования к порядку согласования с заказчиком разрабатываемых в проекте документов, конструкторской и другой технической документации.

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 конфиденциальности: *указываются требования, согласованные между Заказчиком технологического предложения и Исполнителем.*

## **8. Техничко-экономические требования<sup>59</sup>**

8.1. [Планируемый объем финансирования проекта Фондом по годам].

8.2. [Планируемый объем софинансирования проекта по годам].

8.3. Требования по расчету планируемого экономического эффекта от реализации результатов НИР

[...]

## **9. Этапы выполнения НИР<sup>60</sup>**

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 о предоставлении гранта).

## **10. Порядок выполнения и приемки НИР (этапов НИР)<sup>61</sup>**

10.1. Порядок выполнения и приемки НИР (этапов НИР) должен соответствовать требованиям ГОСТ Р 15.101-2021 и *[указываются стандарты в зависимости от характера и целевого назначения НИР]*.

*В зависимости от характера (специфики) и сложности выполняемой НИР, степени предварительной проработки темы допускается уточнять содержание разделов и подразделов ТЗ.*

---

<sup>59</sup>Устанавливают:

- предельное значение стоимости выполнения НИР в целом и, при необходимости, предельные значения стоимости отдельных этапов НИР;
- этап, на котором исполнитель НИР должен проводить, при необходимости, технико-экономическое обоснование целесообразности продолжения исследований;
- необходимость определения исполнителем НИР предполагаемых затрат на реализацию результатов НИР и др.

<sup>60</sup>Указывают наименование этапов НИР и содержание работ, выполнение которых должно обеспечить достижение поставленных в НИР целей, с указанием этапов, подлежащих приемке заказчиком, разрабатываемой научно-технической продукции и ОНТД, сроков начала и окончания выполнения этапов. Этапы НИР устанавливаются по содержательному признаку в зависимости от характера и целевого назначения НИР.

<sup>61</sup>Указывают порядок выполнения и приемки НИР и ее этапов, а также необходимость разработки программы приемки НИР (этапов НИР) в соответствии с требованиями, установленными в стандартах на выполнение НИР. Если в ТЗ составление программы приемки не предусмотрено, то в разделе приводят необходимые требования к проведению приемки, а также перечень предъявляемых к приемке технических документов, макетов (моделей, экспериментальных образцов).

Шаблон  
технического задания при выборе Проекта, направленного на исследование новых  
материалов для производства изделий ЭКБ

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение *ориентированных или прикладных\** научных исследований**  
**в рамках**

---

Название технологического предложения

ПО ПРОЕКТУ:

---

Название проекта, шифр проекта

*\* Выбрать конкретный вид научных исследований*

## 1. Наименование, шифр и сроки выполнения НИР<sup>62</sup>

- 1.1. Наименование: Название проекта.
- 1.2. Шифр: Шифр проекта.
- 1.3. [Дата начала проекта – дата окончания проекта]

## 2. Основание для выполнения НИР<sup>63</sup>

2.1. Основанием для выполнения НИР является соглашение на предоставление гранта по проекту [Название проекта] в рамках технологического предложения [Название технологического предложения] и договор, заключенный между организацией – Исполнителем Проекта и организацией – Заказчиком технологического предложения на выполнение НИР по Проекту.

2.2. Заказчиком НИР является [название заказчика технологического предложения].

2.3. Исполнителем НИР является [название организации участника конкурса].

2.4. Перечень соисполнителей НИР:

[название соисполнителей проекта] – в части выполнения...;

[название соисполнителей проекта] – в части выполнения...;

- [...].

## 3. Цели и задачи НИР<sup>64</sup>

3.1. В ходе выполнения НИР должно быть создано: [наименование вида научно-технической продукции].

Разрабатываемый [-ая, -ое] [наименование вида научно-технической продукции] предназначен [-а, -о] для [(указывается назначение и область применения)].

3.2. Задачи, решаемые в ходе выполнения НИР являются: [указываются задачи]

Разработка .....

Моделирование....;

Изготовление.....;

Исследование.....;

Испытания.....;

Разработка отчётной научно-технической документации .....

.....

## 4. Технические требования к разрабатываемому материалу<sup>65</sup>

<sup>62</sup>Указывают название проекта, сроки начала и окончания выполнения проекта в целом.

<sup>63</sup>Указывают полное наименование документа (документов), на основании которого (которых) должна выполняться данная работа, номер и дата его (их) утверждения, а также организацию (организации), утвердившую (утвердившие) документ (документы). Указывают полные и сокращенные наименования заказчика технологического предложения, исполнителя НИР и исполнителей составных частей НИР.

<sup>64</sup>Приводят общую характеристику и оценку состояния вопросов, решаемых при выполнении НИР, излагают цели данной работы, а также задачи, решение которых обеспечивает достижение поставленных целей.

<sup>65</sup>Указывают требования, определяемые назначением научно-технической продукции, условиями его применения (хранения), с учетом номенклатуры групп основных требований, установленных в НД. Значения величин, определяющих количественные требования, параметры и характеристики научно-технической продукции, 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

- 4.1. Требования к показателям назначения
  - 4.1.1. Выполняемые функции
    - [...]
  - 4.1.2. Нормы и количественные показатели
    - [...]
  - 4.1.3. Технические характеристики (параметры)
    - [...]
- 4.2. Требования по сохраняемости
  - [...]
- 4.3. Требования к стойкости к внешним воздействующим факторам
  - 4.3.1. стойкость к воздействию климатических факторов
    - [...]:
  - 4.3.2. стойкость к воздействию механических факторов
    - [...]:
  - 4.3.3. стойкость к специальным воздействующим факторам
    - [...]
- 4.4. Требования к эксплуатационным показателям
  - [...]
- 4.5. Требования безопасности
  - [...]
- 4.6. Требования к упаковке и маркировке
  - [...]
- 4.7. Требования к консервации, хранению и транспортированию
  - [...]
- 4.8. Требования стандартизации, унификации и каталогизации
  - [...]
- 4.9. Требования по видам обеспечения
  - 4.9.1. по метрологическому обеспечению
    - [...]
  - 4.9.2. по программному обеспечению (при необходимости)
    - [...]
  - 4.9.3. по другим видам обеспечения (подразделы вводятся при необходимости)
    - [...]
- 4.10. Другие требования в зависимости от специфики выполняемой НИР

## **5. Требования к структуре, составу и объему выполняемых работ<sup>66</sup>**

статистических параметров устанавливают доверительную вероятность, которой соответствует данное значение параметра материала.

<sup>66</sup>Устанавливают требования, предъявляемые к НИР, направленные на решение задач НИР. В данном разделе в общем случае могут быть установлены:

- а) основные направления проводимых исследований;
- б) исходные данные, которые должны использоваться при выполнении НИР;
- в) перечень (состав и виды) разрабатываемых документов;
- г) требования к разработке, изготовлению и испытаниям макетов (моделей, экспериментальных образцов), необходимость и порядок согласования с заказчиком разрабатываемых в НИР документов, в том числе



5.1. Требования к исходным данным, которые должны использоваться при выполнении НИР

- [...]

5.2. Требования к составу и объему теоретических исследований

Должны быть выполнены следующие теоретические работы:

- [...]

Указанные работы должны предусматривать выполнение в следующих объемах (в разрезе работ):

- [...]

5.3. Требования к составу, объему и качеству проведения экспериментальных работ

Должны быть выполнены следующие экспериментальные работы:

- [...]

Указанные работы должны быть выполнены в следующих объемах:

- [...]

При выполнении экспериментальных работ должны быть обеспечены следующие характеристики качества их проведения:

- [...]

Место проведения экспериментальных работ: [указать наименования организаций, где будут проводиться экспериментальные работы]

5.4. Требование к метрологическому обеспечению экспериментальных исследований

- [...]

5.5. Требования к составу и объему работ по моделированию

Должны быть выполнены следующие работы по моделированию:

- [...]

Указанные работы должны быть выполнены в следующих объемах:

- [...]

5.6. Требования к составу и объему работ по прототипированию (созданию и испытаниям прототипов, макетов, лабораторных и экспериментальных образцов)

Должны быть выполнены следующие работы по прототипированию (созданию и испытаниям прототипов, макетов, лабораторных и экспериментальных образцов):

- [...]

Указанные работы должны быть выполнены в следующих объемах:

- [...]

В ходе работ по прототипированию должны быть оценены следующие технические решения:

- [...]

---

программ и методик испытаний макетов (моделей, экспериментальных образцов, места проведения их испытаний и др.), конструкторской и другой технической документации и ее состав;

д) требования к методам исследований, к разработке математического и программного обеспечения исследований, способам и точности обработки результатов исследований;

е) требования к объему аналитических и (или) статистических данных, используемых в процессе исследований;

ж) требования к проведению патентных исследований;

з) требования к метрологическому обеспечению экспериментальных исследований;

и) требования к подготовке предложений (рекомендаций) по реализации результатов НИР

к) предполагаемые результаты исследований и чем должна заканчиваться работа по теме;

л) другие требования в зависимости от специфики, выполняемой НИР.

5.7. Требования к составу и объему работ по проектированию (разработка эскизных конструкторской документации (КД) и технологической документации (ТД) для макетов и экспериментальных образцов)

Должны быть выполнены следующие работы по проектированию (разработка эскизных конструкторской документации (КД) и технологической документации (ТД) для макетов и экспериментальных образцов):

- [...]

Указанные работы должны быть выполнены в следующих объемах:

- [...]

5.8. Для подтверждения и проверки выбранных [конструктивно-схемных, конструктивно-технологических и технических] решений, а также требований надежности и других, предъявляемых к разрабатываемому[-ой] [сокращенное наименование вида продукции или аббревиатура], его составным частям (сборочным единицам) должны быть изготовлены и испытаны следующие [макет, модель, экспериментальный образец]:

на этапе [наименование или номер этапа работ]:

[макет, модель, экспериментальный образец] [наименование составной части 1];

[макет, модель, экспериментальный образец] [наименование составной части 2];

[...]

на этапе [наименование или номер этапа работ]:

[макет, модель, экспериментальный образец] [наименование составной части 1];

[макет, модель, экспериментальный образец] [наименование составной части 2];

[...]

5.9. Требования к разработке, изготовлению и испытаниям макетов (моделей, экспериментальных образцов), в зависимости от характера (специфики) выполняемой НИР и требований отраслевых стандартов

- [...]

5.10. Испытания макетов (моделей, экспериментальных образцов) должны быть проведены по утвержденным программам и методикам.

5.11. Для подтверждения соответствия разрабатываемой продукции настоящим Требованиям и нормативно-технической документации должны быть проведены следующие испытания опытного [-ых] образца [-ов]:

предварительные испытания с целью предварительной оценки соответствия опытного [-ых] образца [-ов] продукции настоящим Требованиям, а также для определения готовности опытного [-ых] образца [-ов] к приемочным испытаниям;

приемочные испытания с целью оценки соответствия всех определенных настоящими Требованиями характеристик продукции, проверки и подтверждения соответствия опытного [-ых] образца [-ов] продукции настоящим Требованиям в условиях, максимально приближенных к условиям реальной эксплуатации (применения, использования) продукции, а также для принятия решений о возможности промышленного производства и реализации продукции.

5.11.1. Для проведения испытаний должно быть изготовлено следующее количество опытных образцов [по каждому виду продукции]:

для предварительных испытаний - [...] (указать значение) шт.;

для приемочных испытаний - [...] (указать значение) шт.

5.11.2. Предварительные и приемочные испытания опытных образцов должны быть проведены по утвержденным программам и методикам.

5.11.3. Место проведения предварительных и приемочных испытаний - (указать наименования организаций, где будут проводиться испытания).

5.12. На этапе [-ах] [...] (указать наименование или порядковые номера этапа(-ов) работ) должны быть проведены патентные исследования в соответствии с ГОСТ Р 15.011-2022.

5.13. Патентная чистота на методы изготовления и конструктивные решения должна быть обеспечена в отношении Российской Федерации.

5.14. Должны быть представлены сведения об охранных и иных документах, которые будут препятствовать применению результатов работ в Российской Федерации с представлением соответствующих обоснованных предложений и расчетов.

5.15. При получении результатов интеллектуальной деятельности, способных к правовой охране, они должны быть зарегистрированы в соответствии с законодательством РФ.

5.16. Требования к подготовке предложений (рекомендаций) по реализации результатов проекта

- [...]

5.17. Требования к предполагаемым результатам исследований и чем должна заканчиваться работа по теме

- [...]

5.18. Другие требования в зависимости от специфики выполняемой НИР

- [...]

## **6. Требования к разрабатываемой документации<sup>67</sup>**

6.1. В ходе выполнения НИР должна быть разработана следующая научно-техническая документация:

Отчеты о НИР (промежуточные и заключительный) оформленные в соответствии с ГОСТ 7.32-2001.

Комплект эскизной документации ...

[...]

Программы и методики...

Отчет о патентных исследованиях по ГОСТ Р 15.011-2022

6.2. Требования к порядку согласования с заказчиком разрабатываемых в НИР документов, в том числе программ и методик испытаний макетов (моделей, экспериментальных образцов, места проведения их испытаний и др.), конструкторской и другой технической документации

- [...]

---

<sup>67</sup>Указывают конкретный состав научно-технической продукции и отчетно-технической документации (ОНТД), а также других технических и организационно-методических документов (методик, программ, расчетов экономической эффективности от реализации НИР, положений, инструкций, наставлений, руководств, учебных пособий и т.п.), разрабатываемых и предъявляемых к приемке на этапах НИР и по НИР в целом с указанием соответствующих документов по стандартизации, устанавливающих требования к содержанию, оформлению и порядку их разработки. При этом указывают способ выполнения документации (на бумажном или на любом другом информационном носителе), а также количество комплектов документации, оформляемой исполнителем НИР после окончания этапов и всей НИР в целом, в том числе количество комплектов документации, представляемых заказчику. Виды, состав и комплектность разрабатываемой технической документации могут быть установлены документом "Комплектность разрабатываемой технической документации», разрабатываемом на первом отчетном периоде. Техническая [конструкторская, технологическая, программная, эксплуатационная, ремонтная - указать в соответствии с темой проекта] документация должна соответствовать требованиям стандартов [ЕСКД, ЕСТД, ЕСПД - указать в соответствии с темой проекта], а также требованиям [указать иную нормативно-техническую документацию, действующую в отрасли]. Указывают требования к порядку согласования с заказчиком разрабатываемых в проекте документов, конструкторской и другой технической документации.

6.3. Оформление технической документации должно соответствовать требованиям ГОСТ...

6.4. Техническая и отчетная документация должна быть представлена на бумажном носителе в одном экземпляре и в электронном виде на оптическом носителе в одном экземпляре.

## **7. Требования защиты государственной тайны при выполнении НИР**

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 конфиденциальности: *указываются требования, согласованные между Заказчиком технологического предложения и Исполнителем.*

## **8. Техничко-экономические требования<sup>68</sup>**

8.1. [Планируемый объем финансирования проекта Фондом по годам].

8.2. [Планируемый объем софинансирования проекта по годам].

8.3. Требования по расчету планируемого экономического эффекта от реализации результатов НИР

[...]

## **9. Этапы выполнения НИР<sup>69</sup>**

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 о предоставлении гранта).

## **10. Порядок выполнения и приемки НИР (этапов НИР)<sup>70</sup>**

10.1. Порядок выполнения и приемки НИР (этапов НИР) должен соответствовать требованиям ГОСТ Р 15.101-2021 и *[указываются стандарты в зависимости от характера и целевого назначения НИР]*.

<sup>68</sup> Устанавливают:

- предельное значение стоимости выполнения НИР в целом и, при необходимости, предельные значения стоимости отдельных этапов НИР;
- этап, на котором исполнитель НИР должен проводить, при необходимости, технико-экономическое обоснование целесообразности продолжения исследований;
- необходимость определения исполнителем НИР предполагаемых затрат на реализацию результатов НИР и др.

<sup>69</sup> Указывают наименование этапов НИР и содержание работ, выполнение которых должно обеспечить достижение поставленных в НИР целей, с указанием этапов, подлежащих приемке заказчиком, разрабатываемой научно-технической продукции и ОНТД, сроков начала и окончания выполнения этапов. Этапы НИР устанавливаются по содержательному признаку в зависимости от характера и целевого назначения НИР.

<sup>70</sup> Указывают порядок выполнения и приемки НИР и ее этапов, а также необходимость разработки программы приемки НИР (этапов НИР) в соответствии с требованиями, установленными в стандартах на выполнение НИР. Если в ТЗ составление программы приемки не предусмотрено, то в разделе приводят необходимые требования к проведению приемки, а также перечень предъявляемых к приемке технических документов, макетов (моделей, экспериментальных образцов).

*В зависимости от характера (специфики) и сложности выполняемой НИР, степени предварительной проработки темы допускается уточнять содержание разделов и подразделов ТЗ.*

Шаблон  
технического задания при выборе Проекта, направленного на исследование новых  
систем автоматизированного проектирования (САПР) ЭКБ

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ**

**на выполнение *ориентированных и/или прикладных\** научных исследований  
в рамках**

---

Название технологического предложения

ПО ПРОЕКТУ:

---

Название проекта, шифр проекта

\* *Выбрать конкретный вид научных исследований*



## 1. Наименование, шифр и сроки выполнения НИР<sup>71</sup>

- 1.1. Наименование: Название проекта.
- 1.2. Шифр: Шифр проекта.
- 1.3. [Дата начала проекта – дата окончания проекта]

## 2. Основание для выполнения НИР<sup>72</sup>

2.1. Основанием для выполнения НИР является соглашение на предоставление гранта по проекту [Название проекта] в рамках технологического предложения [Название технологического предложения] и договор, заключенный между организацией – Исполнителем Проекта и организацией – Заказчиком технологического предложения на выполнение НИР по Проекту.

2.2. Заказчиком НИР является [название заказчика технологического предложения].

2.3. Исполнителем НИР является [название организации участника конкурса].

2.4. Перечень соисполнителей НИР:

[название соисполнителей проекта] – в части выполнения...;

[название соисполнителей проекта] – в части выполнения...;

- [...].

## 3. Цели и задачи НИР<sup>73</sup>

3.1. В ходе выполнения НИР должно быть создано: [наименование вида научно-технической продукции].

Разрабатываемый [-ая, -ое] [наименование вида научно-технической продукции] предназначен [-а, -о] для [указывается назначение и область применения)].

3.2. Задачи, решаемые в ходе выполнения НИР являются: [указываются задачи]

Разработка .....

Моделирование...

Изготовление.....;

Исследование.....;

Испытания.....;

Разработка отчётной научно-технической документации .....

.....

## 4. Технические требования к разрабатываемой системе автоматизированного проектирования (САПР)<sup>74</sup>

<sup>71</sup>Указывают название проекта, сроки начала и окончания выполнения проекта в целом.

<sup>72</sup>Указывают полное наименование документа (документов), на основании которого (которых) должна выполняться данная работа, номер и дата его (их) утверждения, а также организацию (организации), утвердившую (утвердившие) документ (документы). Указывают полные и сокращенные наименования заказчика технологического предложения, исполнителя НИР и исполнителей составных частей НИР.

<sup>73</sup>Приводят общую характеристику и оценку состояния вопросов, решаемых при выполнении НИР, излагают цели данной работы, а также задачи, решение которых обеспечивает достижение поставленных целей.

<sup>74</sup>Состав требований к разрабатываемому ПО устанавливают в зависимости от вида, назначения, специфических особенностей и условий функционирования конкретного ПО, основываясь на действующей НТД, определяющей требования к ПО соответствующего вида. Указывают требования, определяемые назначением научно-технической продукции, условиями его применения (хранения), с учетом номенклатуры групп основных требований, установленных в НД. Значения величин, определяющих количественные

#### 4.1. Состав программного обеспечения

В состав разрабатываемого [наименование программного обеспечения, - далее ПО] должны входить:

- [наименование программного компонента 1], (при необходимости указывается конкретное назначение составной части) предназначенный[-ая, ое] для ...;
- [наименование программного компонента 2], (при необходимости указывается конкретное назначение составной части) предназначенный[-ая, ое] для ...;
- [...];
- эксплуатационная документация.

#### 4.2. Требования к функциональным характеристикам

##### 4.2.1. Требования к составу выполняемых функций

Разрабатываемое [наименование ПО] должно обеспечивать:

- [наименование и описание автоматической функции 1];
- [наименование и описание автоматической функции 2];
- [...]

Разрабатываемое [наименование ПО] должно обеспечивать возможность:

- [наименование и описание автоматизированной функции 1];
- [наименование и описание автоматизированной функции 2];
- [...]

##### 4.2.2. Требования к организации входных данных

Входными данными разрабатываемого [наименование ПО] должны являться:

- [наименование типа/вида 1 входных данных] в формате [(указывается формат данных)];
- [наименование типа/вида 2 входных данных] в формате [(указывается формат данных)];
- [...]

##### 4.2.3. Требования к организации выходных данных

Выходными данными разрабатываемого [наименование ПО] должны являться:

- [наименование типа/вида 1 выходных данных] в формате [(указывается формат данных)];
- [наименование типа/вида 2 выходных данных] в формате [(указывается формат данных)];
- [...]

##### 4.2.4. Требования к временным характеристикам

Разрабатываемое [наименование ПО] должно обеспечивать следующее время выполнения:

- [наименование выполняемой функции/операции 1] - [(указать значение)] [(указать единицу измерения)], не более;
- [наименование выполняемой функции/операции 1] - [(указать значение)] [(указать единицу измерения)], не более;
- [...]

Разрабатываемое [наименование ПО] должно обеспечивать время выполнения задачи в целом - [(указать значение)] [(указать единицу измерения)], не более.

---

требования, параметры и характеристики научно-технической продукции, 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 материала.

### 4.3. Требования к надёжности

4.3.1. Разрабатываемое [наименование ПО] должно удовлетворять следующим требованиям:

- средняя наработка на отказ [(указать значение)] [(указать единицу измерения)], не менее;
- средний срок службы [(указать значение)] [(указать единицу измерения)], не менее;
- [...]

4.3.2. Разрабатываемое [сокращенное наименование ПО или аббревиатура] должно удовлетворять следующим требованиям по времени восстановления после отказа:

- среднее время восстановления работоспособного состояния после отказа, вызванного неисправностью (сбоем) самого разрабатываемого [наименование ПО] должно составлять [(указать значение)] [(указать единицу измерения)], не более;
- время восстановления после отказа, вызванного сбоем электропитания технических средств (и/или иными внешними факторами), не фатальным сбоем (не крахом) операционной системы, при условии соблюдения условий эксплуатации технических и программных средств [(указать значение)] [(указать единицу измерения)], не более.
- время восстановления после отказа, вызванного неисправностью технических средств, фатальным сбоем (крахом) операционной системы, не должно превышать времени, требуемого на устранение неисправностей технических средств и переустановки программных средств.

4.3.3. Критериями отказа и предельного состояния разрабатываемого [наименование ПО] являются:

- [описание критерия 1 отказа или предельного состояния];
- [описание критерия 2 отказа или предельного состояния];
- [...]

4.3.4. Подтверждение заданных настоящими Требованиями требований надёжности должно проводиться расчетным методом в соответствии с ГОСТ 24.701-86.

### 4.4. Требования к составу и параметрам технических средств

4.4.1. Разрабатываемое [наименование ПО] должно функционировать на следующих технических средствах:

4.4.1.1. [наименование вида технического средства 1] с параметрами не хуже:

- [наименование параметра 1] [количественная и/или описательная характеристика параметра 1];
- [наименование параметра 2] [количественная и/или описательная характеристика параметра 2];
- [...]

4.4.1.2. [наименование вида технического средства 2] с параметрами не хуже:

- [наименование параметра 1] [количественная и/или описательная характеристика параметра 1];
- [наименование параметра 2] [количественная и/или описательная характеристика параметра 2];
- [...]

4.4.1.3. [...]

4.4.2. Состав и характеристики технических средств, необходимых для обеспечения функционирования разрабатываемого [наименование ПО], должны быть окончательно определены на этапе [наименование или номер этапа плана-графика].

### 4.5. Требования к информационной и программной совместимости

4.5.1. Разрабатываемое [наименование ПО] должно функционировать под управлением следующих операционных систем:

- [наименование операционной системы 1] [(указывается версия/спецификация/сборка операционной системы)];
- [наименование операционной системы 2] [(указывается версия/спецификация/сборка операционной системы)];
- [...]

4.5.2. Для разработки разрабатываемого [наименование ПО] должны использоваться следующие языки программирования, запросов, представления, визуального моделирования:

- [наименование языка 1] [(указывается версия/спецификация)];
- [наименование языка 2] [(указывается версия/спецификация)];
- [...]

4.5.3. Для разработки разрабатываемого [наименование ПО] должны использоваться следующие среды разработки:

- [наименование среды разработки 1] [(указывается версия/спецификация)];
- [наименование среды разработки 2] [(указывается версия/спецификация)];
- [...]

4.5.4. Разрабатываемое [наименование ПО] должно совместно функционировать и взаимодействовать со следующими сторонними программными средствами:

- [наименование стороннего программного средства 1] - [(указывается вид взаимодействия, способ и протокол обмена и т.п.)];
- [наименование стороннего программного средства 2] - [(указывается вид взаимодействия, способ и протокол обмена и т.п.)];
- [...]

4.5.5. Разрабатываемое [наименование ПО] должно обеспечивать сохранность информации в случаях:

- сбоя в аппаратном обеспечении, включая сбой питания;
- сбоя в программном обеспечении операционной системы.
- [...]

4.5.6. Должны быть определены критичные к отказам технических средств информационные массивы, требующие применения гарантированных методов и средств обеспечения их целостности и сохранности.

4.5.7. Должны быть разработаны меры по обеспечению требований по информационной безопасности, в том числе защита от несанкционированного доступа.

4.6. Требования к маркировке и упаковке

- [...]

4.7. Требования к транспортированию и хранению

- [...]

4.8. Требования по стандартизации и унификации

4.8.1. Разрабатываемые компоненты разрабатываемого [наименование] должны обеспечивать унификацию функциональных задач, операций и интерфейсов.

[4.8.-]

4.9. Другие требования в зависимости от специфики выполняемой НИР

## 5. Требования к структуре, составу и объему выполняемых работ<sup>75</sup>

5.1. Требования к исходным данным, которые должны использоваться при выполнении НИР

- [...]

5.2. Требования к составу и объему теоретических исследований

Должны быть выполнены следующие теоретические работы:

- [...]

Указанные работы должны предусматривать выполнение в следующих объемах (в разрезе работ):

- [...]

5.3. Требования к составу, объему и качеству проведения экспериментальных работ

Должны быть выполнены следующие экспериментальные работы:

- [...]

Указанные работы должны быть выполнены в следующих объемах:

- [...]

При выполнении экспериментальных работ должны быть обеспечены следующие характеристики качества их проведения:

- [...]

Место проведения экспериментальных работ: [указать наименования организаций, где будут проводиться экспериментальные работы]

5.4. Требование к метрологическому обеспечению экспериментальных исследований

- [...]

5.5. Требования к составу и объему работ по моделированию

Должны быть выполнены следующие работы по моделированию:

- [...]

Указанные работы должны быть выполнены в следующих объемах:

- [...]

5.6. Требования к составу и объему работ по прототипированию (созданию и испытаниям прототипов, макетов, лабораторных и экспериментальных образцов)

Должны быть выполнены следующие работы по прототипированию (созданию и испытаниям прототипов, макетов, лабораторных и экспериментальных образцов):

<sup>75</sup> Устанавливают требования, предъявляемые к НИР, направленные на решение задач НИР. В данном разделе в общем случае могут быть установлены:

- а) основные направления проводимых исследований;
- б) исходные данные, которые должны использоваться при выполнении НИР;
- в) перечень (состав и виды) разрабатываемых документов;
- г) требования к разработке, изготовлению и испытаниям макетов (моделей, экспериментальных образцов), необходимость и порядок согласования с заказчиком разрабатываемых в НИР документов, в том числе программ и методик испытаний макетов (моделей, экспериментальных образцов, места проведения их испытаний и др.), конструкторской и другой технической документации и ее состав;
- д) требования к методам исследований, к разработке математического и программного обеспечения исследований, способам и точности обработки результатов исследований;
- е) требования к объему аналитических и (или) статистических данных, используемых в процессе исследований;
- ж) требования к проведению патентных исследований;
- з) требования к метрологическому обеспечению экспериментальных исследований;
- и) требования к подготовке предложений (рекомендаций) по реализации результатов НИР
- к) предполагаемые результаты исследований и чем должна заканчиваться работа по теме;
- л) другие требования в зависимости от специфики, выполняемой НИР.

- [...]

Указанные работы должны быть выполнены в следующих объемах:

- [...]

В ходе работ по прототипированию должны быть оценены следующие технические решения:

- [...]

5.7. Требования к составу и объему работ по проектированию (разработка эскизных конструкторской документации (КД) и технологической документации (ТД) для макетов и экспериментальных образцов)

Должны быть выполнены следующие работы проектированию (разработка эскизных конструкторской документации (КД) и технологической документации (ТД) для макетов и экспериментальных образцов):

- [...]

Указанные работы должны быть выполнены в следующих объемах:

- [...]

5.8. Для подтверждения и проверки выбранных [конструктивно-схемных, конструктивно-технологических и технических] решений, а также требований надежности и других, предъявляемых к разрабатываемому[-ой] [сокращенное наименование вида продукции или аббревиатура], его составным частям (сборочным единицам) должны быть изготовлены и испытаны следующие [макет, модель, экспериментальный образец]:

на этапе [наименование или номер этапа работ]:

[макет, модель, экспериментальный образец] [наименование составной части 1];

[макет, модель, экспериментальный образец] [наименование составной части 2];

[...]

на этапе [наименование или номер этапа работ]:

[макет, модель, экспериментальный образец] [наименование составной части 1];

[макет, модель, экспериментальный образец] [наименование составной части 2];

[...]

5.9. Требования к разработке, изготовлению и испытаниям макетов (моделей, экспериментальных образцов), в зависимости от характера (специфики) выполняемой НИР и требований отраслевых стандартов

- [...]

5.10. Испытания макетов (моделей, экспериментальных образцов) должны быть проведены по утвержденным программам и методикам.

5.11. Для подтверждения соответствия разрабатываемой продукции настоящим Требованиям и нормативно-технической документации должны быть проведены следующие испытания опытного [-ых] образца [-ов]:

предварительные испытания с целью предварительной оценки соответствия опытного [-ых] образца [-ов] продукции настоящим Требованиям, а также для определения готовности опытного [-ых] образца [-ов] к приемочным испытаниям;

приемочные испытания с целью оценки соответствия всех определенных настоящими Требованиями характеристик продукции, проверки и подтверждения соответствия опытного [-ых] образца [-ов] продукции настоящим Требованиям в условиях, максимально приближенных к условиям реальной эксплуатации (применения, использования) продукции, а также для принятия решений о возможности промышленного производства и реализации продукции.

5.11.1. Для проведения испытаний должно быть изготовлено следующее количество опытных образцов [по каждому виду продукции]:



для предварительных испытаний - [...] (указать значение) шт.;

для приемочных испытаний - [...] (указать значение) шт.

5.11.2. Предварительные и приемочные испытания опытных образцов должны быть проведены по утвержденным программам и методикам.

5.11.3. Место проведения предварительных и приемочных испытаний - (указать наименования организаций, где будут проводиться испытания).

5.12. На этапе [-ах] [...] (указать наименование или порядковые номера этапа(-ов) работ) должны быть проведены патентные исследования в соответствии с ГОСТ Р 15.011-2022.

5.13. Патентная чистота на методы изготовления и конструктивные решения должна быть обеспечена в отношении Российской Федерации.

5.14. Должны быть представлены сведения об охранных и иных документах, которые будут препятствовать применению результатов работ в Российской Федерации с представлением соответствующих обоснованных предложений и расчетов.

5.15. При получении результатов интеллектуальной деятельности, способных к правовой охране, они должны быть зарегистрированы в соответствии с законодательством РФ.

5.16. Требования к подготовке предложений (рекомендаций) по реализации результатов проекта

- [...]

5.17. Требования к предполагаемым результатам исследований и чем должна заканчиваться работа по теме

- [...]

5.18. Другие требования в зависимости от специфики выполняемой НИР

- [...]

## **6. Требования к разрабатываемой документации<sup>76</sup>**

6.1. В ходе выполнения НИР должна быть разработана следующая научно-техническая документация:

Отчеты о НИР (промежуточные и заключительный) оформленные в соответствии с ГОСТ 7.32-2001.

Комплект эскизной документации ...

[...]

<sup>76</sup>Указывают конкретный состав научно-технической продукции и отчетно-технической документации (ОНТД), а также других технических и организационно-методических документов (методик, программ, расчетов экономической эффективности от реализации НИР, положений, инструкций, наставлений, руководств, учебных пособий и т.п.), разрабатываемых и предъявляемых к приемке на этапах НИР и по НИР в целом с указанием соответствующих документов по стандартизации, устанавливающих требования к содержанию, оформлению и порядку их разработки. При этом указывают способ выполнения документации (на бумажном или на любом другом информационном носителе), а также количество комплектов документации, оформляемой исполнителем НИР после окончания этапов и всей НИР в целом, в том числе количество комплектов документации, представляемых заказчику. Виды, состав и комплектность разрабатываемой технической документации могут быть установлены документом "Комплектность разрабатываемой технической документации», разрабатываемом на первом отчетном периоде. Техническая [конструкторская, технологическая, программная, эксплуатационная, ремонтная - указать в соответствии с темой проекта] документация должна соответствовать требованиям стандартов [ЕСКД, ЕСТД, ЕСПД - указать в соответствии с темой проекта], а также требованиям [указать иную нормативно-техническую документацию, действующую в отрасли]. Указывают требования к порядку согласования с заказчиком разрабатываемых в проекте документов, конструкторской и другой технической документации.

Программы и методики...

Отчет о патентных исследованиях по ГОСТ Р 15.011-2022

6.2. Требования к порядку согласования с заказчиком разрабатываемых в НИР документов, в том числе программ и методик испытаний макетов (моделей, экспериментальных образцов, места проведения их испытаний и др.), конструкторской и другой технической документации

- [...]

6.3. Оформление технической документации должно соответствовать требованиям ГОСТ...

6.4. Техническая и отчетная документация должна быть представлена на бумажном носителе в одном экземпляре и в электронном виде на оптическом носителе в одном экземпляре.

## **7. Требования защиты государственной тайны при выполнении НИР**

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 конфиденциальности: *указываются требования, согласованные между Заказчиком технологического предложения и Исполнителем.*

## **8. Техничко-экономические требования<sup>77</sup>**

8.1. [Планируемый объем финансирования проекта Фондом по годам].

8.2. [Планируемый объем софинансирования проекта по годам].

8.3. Требования по расчету планируемого экономического эффекта от реализации результатов НИР

[...]

## **9. Этапы выполнения НИР<sup>78</sup>**

Этапы выполнения НИР, содержание работ, перечень документов, разрабатываемых на этапах, сроки исполнения и объемы финансирования по этапам приведены в хронологическом порядке в Плате-графике выполнения работ по проекту (Приложение 2 к Соглашению о предоставлении гранта).

---

<sup>77</sup> Устанавливают:

- предельное значение стоимости выполнения НИР в целом и, при необходимости, предельные значения стоимости отдельных этапов НИР;
- этап, на котором исполнитель НИР должен проводить, при необходимости, технико-экономическое обоснование целесообразности продолжения исследований;
- необходимость определения исполнителем НИР предполагаемых затрат на реализацию результатов НИР и др.

<sup>78</sup> Указывают наименование этапов НИР и содержание работ, выполнение которых должно обеспечить достижение поставленных в НИР целей, с указанием этапов, подлежащих приемке заказчиком, разрабатываемой научно-технической продукции и ОНТД, сроков начала и окончания выполнения этапов. Этапы НИР устанавливаются по содержательному признаку в зависимости от характера и целевого назначения НИР.

## 10. Порядок выполнения и приемки НИР (этапов НИР)<sup>79</sup>

10.1. Порядок выполнения и приемки НИР (этапов НИР) должен соответствовать требованиям ГОСТ Р 15.101-2021 и *[указываются стандарты в зависимости от характера и целевого назначения НИР]*.

*В зависимости от характера (специфики) и сложности выполняемой НИР, степени предварительной проработки темы допускается уточнять содержание разделов и подразделов ТЗ.*

---

<sup>79</sup> Указывают порядок выполнения и приемки НИР и ее этапов, а также необходимость разработки программы приемки НИР (этапов НИР) в соответствии с требованиями, установленными в стандартах на выполнение НИР. Если в ТЗ составление программы приемки не предусмотрено, то в разделе приводят необходимые требования к проведению приемки, а также перечень предъявляемых к приемке технических документов, макетов (моделей, экспериментальных образцов).

**Приложение Б**  
к Приложению № 2 к конкурсной документации  
на проведение открытого публичного конкурса  
на получение грантов Российского научного  
фонда по направлению «Микроэлектроника»  
стратегических инициатив Президента  
Российской Федерации в научно –  
технологической сфере

### ПЛАН – ГРАФИК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ ПО ПРОЕКТУ

*Название проекта*

№ п/п	Содержание выполняемых работ и мероприятий	Перечень документов, разрабатываемых на этапах	Отчетный период по этапу (начало-окончание)	Средства гранта (млн руб.)	Средства софинансирования (млн руб.)
1	2	3	4	5	6
<i>Приводится наименование этапа</i>					
1.	<i>Приводится содержание выполняемых работ на этапе с указанием исполнителя работ</i>	<i>Приводится перечень документов, разрабатываемых на этапе</i>	<i>Приводится отчетный период этапа</i>	<i>Приводится размер финансирования этапа из средств гранта</i>	<i>Приводится размер софинансирования этапа</i>
N...					
<i>Итого за 202__ год</i>					
<i>Приводится наименование этапа</i>					
N...					
<i>Итого за 202__ год</i>					
<b>Итого</b>					

**Подпись руководителя организации<sup>80</sup>, печать (при ее наличии) организации**

(уполномоченного представителя, действующего на основании доверенности или распорядительного документа)

**Подпись руководителя проекта**

---

<sup>80</sup>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.

**Приложение В**  
к Приложению № 2 к конкурсной документации  
на проведение открытого публичного конкурса  
на получение грантов Российского научного  
фонда по направлению  
«Микроэлектроника» стратегических  
инициатив Президента Российской Федерации в  
научно – технологической сфере

## СМЕТА РАСХОДОВ

№ п/п	Направления расходования гранта (статьи расходов)	СРЕДСТВА ГРАНТА тыс. руб.			СРЕДСТВА СОФИНАНСИРОВАНИЯ тыс. руб.		
		2023	2024	2025	2023	2024	2025
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)</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 средств гранта)</i>						
5.	Расходы на содержание (аренду) и эксплуатацию научно – исследовательского оборудования, установок и производственной инфраструктуры						
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 средств гранта)</i>						
	<b>Итого по годам</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
<b>ВСЕГО:</b>							

**Подпись руководителя организации<sup>81</sup>, печать (при ее наличии) организации**

(уполномоченного представителя, действующего на основании доверенности или распорядительного документа)

**Подпись руководителя проекта**

---

<sup>81</sup>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.

## 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 объёме \_\_\_\_\_ 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 заработная плата, тыс. руб./мес.	% рабочего времени, который тратят на выполнение работ по проекту	Оплата труда, тыс. руб.	Исполните ль работ
1	2	3	4	5	6	7	8	9=(3*4)*6*7*8	10
<b>Этап 1</b>								0,00	
1.1.									
	Страховые отчисления с ФОТ		X	X	X	X	X		X
<b>Этап 2</b>								0,00	
2.1.									
	Страховые отчисления с ФОТ		X	X	X	X	X		X
<b>Этап 3</b>								0,00	
3.1.									
	Страховые отчисления с ФОТ		X	X	X	X	X		X
<b>ИТОГО</b>								<b>0,00</b>	

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 – материалы, комплектующие сырье, расходные материалы и тд - 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						
...						
<b>ИТОГО:</b>					0,00	

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 затраты 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					
....					
<b>ИТОГО:</b>				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			
...			
<b>ИТОГО:</b>		0,00	

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			
...			
<b>ИТОГО:</b>		0,00	

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			
...			
<b>ИТОГО:</b>		0,00	

Дополнительные пояснения и расчеты к таблице 6: \_\_\_\_\_.

**Подпись руководителя организации<sup>82</sup>, печать (при ее наличии) организации**

(уполномоченного представителя, действующего на основании доверенности или распорядительного документа)

**Подпись руководителя проекта**

<sup>82</sup>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.