

«Разработка импульсных твердотельных генераторов миллиметрового и субмиллиметрового диапазонов волн на основе многослойных гетероструктур GaAs/AlGaAs.» Научный руководитель доктор физико-математических наук, член-корреспондент РАН С.А. Никитов. ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 – 2020 годы». Соглашение о предоставлении субсидии № 14.607.21.0141 от 23 октября 2015 г с учётом дополнительного соглашения № 1 от 29 августа 2017 г.

Этап № 3 (заключительный) с 1 января 2016 г. по 31 декабря 2016 г.
Экспериментальные исследования, обобщение и оценка результатов ПНИЭР.

Получателем субсидии были выполнены следующие работы:

1. Изготовление экспериментального образца импульсного твердотельного генератора миллиметрового и субмиллиметрового диапазонов длин волн на основе многослойной гетероструктуры GaAs/AlGaAs (при участии соисполнителя).
2. Экспериментальные исследования образца импульсного твердотельного генератора миллиметрового и субмиллиметрового диапазонов длин волн на основе многослойной гетероструктуры GaAs/AlGaAs в соответствии с ПМЭИ.
3. Обобщение и оценка результатов работ.
4. Проведение дополнительных патентных исследований.
5. Коррекция ЭКД, ЭТД и доработка экспериментального образца импульсного твердотельного генератора по результатам экспериментальных исследований.
6. Техничко-экономическая оценка полученных результатов ПНИЭР.
7. Разработка рекомендации по использованию результатов ПНИЭР в реальном секторе экономики.
8. Разработка проекта технического задания на проведение ОКР.
9. Разработка технических требований и предложений по разработке, производству и эксплуатации изделий с учетом технологических возможностей и особенностей промышленного партнера.

Индустриальным партнёром были выполнены следующие работы:

1. Разработка технических требований к измерительному стенду для контроля электрофизических характеристик серийных образцов импульсного твердотельного генератора миллиметрового и субмиллиметрового диапазонов длин волн на основе многослойной гетероструктуры GaAs/AlGaAs.
2. Разработка технических требований к измерительному стенду для контроля высокочастотных характеристик серийных образцов импульсного твердотельного генератора миллиметрового и субмиллиметрового диапазонов длин волн на основе многослойной гетероструктуры GaAs/AlGaAs.
3. Закупка контрольно-измерительной аппаратуры для измерительных стендов контроля характеристик серийных образцов импульсного твердотельного генератора миллиметрового и субмиллиметрового диапазонов длин волн на основе многослойной гетероструктуры GaAs/AlGaAs.
4. Проведение маркетинговых исследований с целью изучения перспектив реализации РИД, полученных при выполнении ПНИЭР.

При этом были получены следующие результаты:

Совместно с соисполнителем был изготовлен экспериментальный образец импульсного твердотельного генератора миллиметрового и субмиллиметрового диапазонов длин волн на основе многослойной гетероструктуры GaAs/AlGaAs.

Были проведены экспериментальные исследования образца импульсного твердотельного генератора миллиметрового и субмиллиметрового диапазонов длин волн на основе многослойной гетероструктуры GaAs/AlGaAs в соответствии с ПМЭИ. В результате испытаний были получены следующие параметры изготовленного образца генератора:

- площадь излучающего элемента составила 380 ± 1 мкм²;
- максимальная частота составила 3.32 ± 0.01 ТГц;
- максимальная мощность излучения составила 1.18 ± 0.03 мВт;
- предельная длительность импульса составила 7 нс;
- минимальный период повторения импульса составил 9.6 нс;
- рабочее напряжение составило $3,82 \pm 0,03$ В,

Все полученные значения параметров удовлетворяют требованиям Технического задания.

Были проведены дополнительные патентные исследования. Анализ патентного материала, показывает, что в части настоящего проекта, посвященной разработке импульсного твердотельного генератора миллиметрового и субмиллиметрового диапазонов длин волн на основе многослойных гетероструктур GaAs/AlGaAs и программы для управления процессом измерений электрофизических характеристик импульсных твердотельных источников электромагнитного излучения, не ущемляет прав интеллектуальной собственности изобретателей и/или собственников патентов, зарегистрированных в Федеральном институте промышленной собственности Российской Федерации, Европейском патентном ведомстве, Международной организации интеллектуальной собственности и Патентном ведомстве США. Также не существует полных аналогов, опубликованных в научно-технической литературе. Таким образом, на данный момент не существует охранных и иных документов, которые будут препятствовать применению результатов проводимых научно-исследовательских работ в Российской Федерации и за рубежом. Тем самым обеспечена патентная чистота производимых научно-исследовательских работ.

Некоторые найденные изобретения, которые могут быть использованы полностью или частично в разработанном устройстве. Использование уже существующих изобретений или их частей может улучшить характеристики разработанного изделия (повышение мощности и уменьшение ширины линии генерации), а также обеспечить новые свойства изделия (перестройку генерации по частоте). Целесообразность использования данных изобретений должна быть определена в ходе ОКР.

Патентное исследование программы для управления процессом измерений электрофизических характеристик импульсных твердотельных источников электромагнитного излучения также показало отсутствие охранных и иных документов, которые могли бы препятствовать получению охранных документов.

Совместно с соисполнителем была проведена коррекция ЭКД, ЭТД и доработка экспериментального образца импульсного твердотельного генератора по результатам экспериментальных исследований. В частности, была проведена коррекция технологических режимов для оптимизации характеристик полупроводникового кристалла генератора, а также коррекция конструкции генератора для обеспечения более стабильного теплового режима генератора и для упрощения его сборки, обслуживания и ремонта. Необходимые изменения были внесены в принципиальную электрическую схему и перечень элементов, а также в технологический регламент.

Была дана технико-экономическая оценка полученных результатов ПНИЭР на основе проведённых индустриальным партнёром маркетинговых исследований.

Были разработаны рекомендации по использованию результатов ПНИЭР в реальном секторе экономики. Рекомендации ориентированы на доминирующее применение групповых микроэлектронных технологий и технологических процессов, стандартных для материалов A_3B_5 и рассматривают возможности использования разработанного изделия в наиболее перспективных в настоящее время областях терагерцовой радиотехники и электроники.

Были составлены технические требования и предложения по разработке, производству и эксплуатации изделий с учетом технологических возможностей, и особенностей индустриального партнера.

На основе составленных технических требований был разработан проект технического задания на проведение ОКР;

Таким образом, задачи, поставленные на данном этапе НИР и в целом по ПНИЭР, выполнены в полном объёме. Полученные результаты свидетельствуют о целесообразности продолжения деятельности по теме проекта в виде опытно-конструкторской работы и дальнейшего развития исследований в области совершенствования конструкции твёрдотельных генераторов электромагнитного излучения терагерцового диапазона частот. Разработанные математические инструменты и модели, позволяющие описывать многослойные гетероструктуры с произвольным соотношением энергетических высот отдельных гетеробарьеров, с учётом локализованных состояний вблизи барьеров, имеют и самостоятельное значение, поскольку создают основу для исследования перспективных полупроводниковых приборов.