

В диссертационный совет АУ 02.01 созданный на базе
федерального государственного бюджетного
учреждения высшего образования и науки «Санкт-
Петербургский национальный исследовательский
Академический университет имени Ж.И. Алфёрова
Российской академии наук»

ОТЗЫВ

На автореферат кандидатской диссертации
Голтаева Александра Сергеевича

на тему «Разработка, создание и исследование инфракрасных фотодетекторов на основе
гетероструктур нитевидных нанокристаллов InAs(P) на кремнии»
по специальности 1.3.11. – физика полупроводников

Представленный автореферат посвящен разработке и определению характеристик ИК-фотодетекторов на основе массивов нитевидных нанокристаллов (ННК) InAs(P), эпитаксиально выращенных на кремниевых подложках. Поиск новых технологических решений для создания высокоэффективных ИК-детекторов ближнего диапазона, совместимых с кремниевой платформой и не требующих криогенного охлаждения, является важной задачей современной оптоэлектроники. Таким образом, актуальность данного исследования не вызывает сомнений.

Основное внимание в работе уделено теоретическому обоснованию оптимальных морфологических параметров массивов ННК и экспериментальной реализации прототипов приборов. Показано, что гексагонально упорядоченные массивы ННК InAs обеспечивают эффективное поглощение света при значительном снижении объема активной области по сравнению с пленочными аналогами.

Научная и практическая значимость работы заключается в фундаментальном обосновании и экспериментальной реализации фотодетекторов на основе гетероструктур ННК InAs и InAsP на Si-подложке. Результаты вычислений показали, что использование ННК позволяет сохранить высокое оптическое поглощение при снижении объема полупроводникового материала до 0,7–35% по сравнению с планарными структурами. В рамках работы были созданы и изучены радиальные гетероструктуры различной полярности, показана значимость контроля состояния поверхности наноструктур. Совокупность этих решений, включая использование твердого раствора $\text{InAs}_{0,8}\text{P}_{0,2}$, позволила впервые реализовать прототипы детекторов, работающие в диапазоне 1000–2300 нм при комнатной температуре.

Следует согласиться с содержанием основных положений диссертации, выносимых на защиту. Вместе с тем, при чтении автореферата возникает ряд вопросов и замечаний:

- 1) В разделе, посвященном численному моделированию оптических свойств гетероструктур (глава 2), детально исследованы упорядоченные массивы ННК InAs и построены двумерные карты распределения поглощенной мощности для определения оптимальных геометрических параметров. Однако из текста автореферата не понятно, почему аналогичные оптические расчеты не проводились для структур на основе твердого раствора InAsP.
- 2) В автореферате приведены результаты детальных исследований оптических свойств строго упорядоченных массивов ННК InAs и продемонстрировано снижение

коэффициента отражения по сравнению с неупорядоченными структурами. При этом экспериментальные образцы фотодетекторов реализованы исключительно на базе неупорядоченных массивов ННК. С чем связано отсутствие реализации приборных структур на базе упорядоченных массивов, показавших наилучшие оптические характеристики?

- 3) В работе показано, что обработка в водородной плазме снижает темновой ток в базовых структурах InAs/Si более чем в 30 раз за счет пассивации состояний на интерфейсе ННК/подложка. При этом не уточняется, применялась ли подобная процедура водородной пассивации для структур на основе твердого раствора InAsP/Si (серии «А» и «В»). Если применялась, то какова была ее эффективность?

Однако указанные замечания не снижают общего положительного впечатления от работы, а содержание автореферата позволяет сделать вывод о том, что диссертационное исследование отвечает требованиям Положения о присуждении ученых степеней в федеральном государственном бюджетном учреждении высшего образования и науки «Санкт-Петербургский национальный исследовательский Академический университет имени Ж.И. Алферова Российской академии наук» с точки зрения актуальности, новизны и практической значимости полученных результатов. Автор работы, Голтаев Александр Сергеевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.11 – Физика полупроводников.

Даю согласие на обработку моих персональных данных.

Рецензент

д.ф.-м.н. Резник Родион Романович,
старший научный сотрудник, руководитель лаборатории
новых полупроводниковых материалов для квантовой
информатики и телекоммуникаций Санкт-Петербургского
государственного университета
Почтовый адрес: 198504, Санкт-Петербург, Старый
Петергоф, ул. Ульяновская, д. 3
Телефон: +7 (812) 363-60-00
Адрес электронной почты: r.reznik@spbu.ru

Резник Р.Р.

дата: 28 апреля 2026 г.

Личную подпись
Р.Р. Резник
зверяю
И.О. начальника отдела кадров ИИ
И.И. Константинова
28.04.2026