

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

УДК 621

№ гос. рег. АААА-А17-117041850229-4

УТВЕРЖДАЮ

Председатель СПбНЦ РАН
академик



Ж. И. Алфёров

ОТЧЕТ

о научно-исследовательской работе

**«Наноструктуры: физика, химия, биология, основы
технологий (код программы 1.1 П)»
(тема № 0240-2016-0001)**

Этап 2017 года

Зам. научного руководителя
д.ф.-м.н., чл.-корр. РАН


А.Е. Жуков

Санкт-Петербург

2017

СПИСОК ОСНОВНЫХ ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Зам. научного

руководителя темы

г.н.с., д.ф.-м.н., член-

корр. РАН



А.Е. Жуков

(введение, заключение, раздел 1)

Исполнители темы:

в.н.с., д.ф.-м.н.



Г.Э. Цырлин (раздел 1)

в.н.с., к.ф.-м.н.



Н.Ю. Гордеев (раздел 1)

в.н.с., к.ф.-м.н.



Ю.М. Шерняков (раздел 1)

в.н.с., к.ф.-м.н.



И.П. Сошников (разделы 1, 4)

н.с.



О.И. Симчук (раздел 1)

к.ф.-м.н.



Е.В. Никитина (разделы 2, 3)

м.н.с.



К.А. Иванов (раздел 2)

с.н.с., к.х.н.



В.М. Бойцов (разделы 5, 7)

н.с., к.б.н.



Н.А. Князев (раздел 6)

н.с.



М.Н. Рязанцев (раздел 7)

РЕФЕРАТ

Отчет 127 стр., 65 рис., 85 ист., 8 табл., 1 прил.

ТЕРАГЕРЦОВОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ, КВАНТОВО-КАСКАДНЫЙ ЛАЗЕР, МОЛЕКУЛЯРНО-ПУЧКОВАЯ ЭПИТАКСИЯ, ПЛАЗМОН, РЕЗОНАТОР, СВЕРХРЕШЕТКИ, НИТЕВИДНЫЕ НАНОКРИСТАЛЛЫ, ПЬЕЗОЭФФЕКТ, ВОДНЫЕ СОЛЕВЫЕ РАСТВОРЫ, НАНОПРЕПАРАТЫ, ФОТОХРОМНЫЕ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛИ, ПЕПТИДЫ, ЭРИТРОМИЕЛОЛЕЙКОЗ ЧЕЛОВЕКА

В 2017 году исследования по теме «Наноструктуры: физика, химия, биология, основы технологий (код программы 1.1П)» в ФГБУН «Санкт-Петербургский научный центр РАН» проводились по семи направлениям Программы.

По направлению 1.1.4.1 проведены: исследования зависимости положения электронных уровней и силы осциллятора переходов от приложенного электрического поля для терагерцового квантово-каскадного лазера; выбор режимов термокомпрессионного соединения гребневого полоска лазера с проводящей подложкой n^+ -GaAs на основе Au-Au; моделирование процессов теплопереноса в терагерцовых квантово-каскадных лазерах; исследования характеристик многослойных квантово-каскадных гетероструктур GaAs/AlGaAs с двойным металлическим волноводом и демонстрация полностью отечественного квантово-каскадного лазера ТГц диапазона.

По направлению 1.1.4.6 проведены: разработка конструкции наноструктуры с квантовыми точками в активной области, для достижения лазерной генерации на основе локализованного состояния Таммовского плазмона; исследование методов минимизации оптического поглощения в металлических слоях наноструктур, и оптимизация структуры; теоретическое и

экспериментальное исследование изменение вероятности спонтанного излучения в микрорезонаторах металл/полупроводник; проанализирована связь локализованного состояния Таммовского плазмона и поверхностных состояний.

По направлению 1.1.8.7 разработаны конструкции многослойных гетероструктур в системе материалов InGaAsN/GaAs; разработаны конструкции многослойных гетероструктур с InAs/GaAsN сверхрешеткой на подложках GaAs; проведен эпитаксиальный синтез методом молекулярно-пучковой эпитаксии многослойных гетероструктур с InAs/GaAsN сверхрешеткой на подложках GaAs; проведена комплексная диагностика структурных свойств многослойных гетероструктур с InAs/GaAsN сверхрешеткой на подложках GaAs.

По направлению 1.1.8.8 проведены: разработка методики роста нитевидных нанокристаллов полупроводниковых материалов GaAs, AlGaAs с преимущественной структурой вюрцитного типа; разработка дизайна и методики формирования структур с вертикальными массивами и дискретными группами ННК для измерений пьезосвойств; исследование пьезоэлектрических свойств массивов (ансамблей) и дискретных ННК полупроводниковых материалов GaAs и AlGaAs при различных механических воздействиях; разработка модели, позволяющей связать структурные характеристики образцов и их поляризационные свойства.

По направлению 3.1.13 проведены: теоретическое исследование координации ионов калия и натрия относительно аминокислот в солевом растворе, изучение влияния природы металла на структуру образующегося комплекса; изучение возможности образования пептидов из свободных аминокислот в среде экстремальных концентраций солей без добавления дополнительных активаторов; анализ смесей пептидов, полученных олигомеризацией глицина; разработка не требующих предварительного

обессоливания методик разделения и однозначной идентификации смесей получаемых олигопептидов.

По направлению 3.2.1 разработан метод оценки подавления экспрессии гена *bcr-abl* методом ПЦР в реальном времени; протестированы миРНК для подавления экспрессии гена *bcr-abl* на модели хронического миелоидного лейкоза на линии клеток к562; проведена оценка жизнеспособности клеток VAF3 экспрессирующих ген BCR-ABL и Vaf3экспрессирующие ген BCR-ABL с мутацией T315I; разработана модель для оценки действия комплексов миРНК и пептида *in vivo* на модели хронического миелоидного лейкоза.

По направлению 3.2.6 методами компьютерного моделирования и квантовой химии проведен рациональный дизайн и генерирование библиотеки функциональных производных молекулярных переключателей на основе тетраалкиламмоний-замещенных азофталинов; методами *ab initio* квантовой химии проведено компьютерное моделирование структурных характеристик потенциальных кандидатов.

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|-----|
| ВВЕДЕНИЕ | 8 |
| ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ | 15 |
| 1 Разработка технологии молекулярно-пучковой эпитаксии квантово-каскадных лазеров терагерцового диапазона (1.1.4.1.) | 15 |
| 2 Оптоэлектронные структуры на основе таммовских плазмонов (1.1.4.6.) | 35 |
| 3 Комплексное исследование физических основ технологии эпитаксиального роста прецизионных многослойных полупроводниковых наноструктур: синтез, измерение характеристик, компьютерное моделирование роста и свойств (1.1.8.7.) | 53 |
| 4 Исследование пьезосвойств структур с нитевидными нанокристаллами (1.1.8.8.) | 79 |
| 5 Разработка фундаментальных основ масс-спектрометрического определения первичной структуры нанообъектов пептидной природы в концентрированных водных солевых растворах (3.1.13.) | 115 |
| 6 Создание новых молекулярных конструкций на основе проникающих пептидов для высокоэффективной внутриклеточной доставки миРНК (3.2.1.) | 131 |
| 7 Разработка новых лекарственных нанопрепаратов для восстановления функции фоторецепторных клеток дегенеративно-пораженной сетчатки глаза на основе фотохромных переключателей (3.2.6.) | 143 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ | |
| Приложение А Сведения о публикациях по проекту | |