

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
(СПбНЦ РАН)

УДК 621

Рег. № НИОКТР АААА-А18-118011590124-5

Рег. № ИКРБС

УТВЕРЖДАЮ

ВРИО председателя СПбНЦ РАН

к.б.н.



Ю. Н. Бубличенко

О Т Ч Е Т

о научно-исследовательской работе

«Наноструктуры: физика, химия, биология, основы
технологий»

(тема № 0240-2018-0005 Государственного задания)

(промежуточный, этап 1)

Программа фундаментальных исследований Президиума РАН № 32

Зам. научного руководителя темы
член-корреспондент РАН

А. Е. Жуков

Санкт-Петербург

2018

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)

с.н.с., к.х.н.



В.М. Бойцов (раздел 2)

в.н.с., к.х.н.



С.Ю. Вязьмин (раздел 2, 3)

с.н.с., к.х.н.



М.Н. Рязанцев (раздел 3)

РЕФЕРАТ

Отчет 100 с., 1 кн., 53 рис., 6 табл., 8 схем, 40 ист., 1 прил.

ТЕРАГЕРЦОВОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ, КВАНТОВО-КАСКАДНЫЙ ЛАЗЕР, КАЛИБРОВКА ПОТОКОВ МАТЕРИАЛЛОВ, СТЕРЕОСЕЛЕКТИВНЫЕ РЕАКЦИИ, АЗОМЕНИЛИДЫ, КЛЕТОЧНЫЙ ЦИКЛ, ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЗРИТЕЛЬНОЙ ФУНКЦИИ, ПОРАЖЕНИЕ СЕТЧАТКИ, МОЛЕКУЛЯРНЫЕ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛИ, ЛАЗЕРНАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ, МОЛЕКУЛЯРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

В соответствии с техническим заданием в течение 2018 года по теме «Наноструктуры: физика, химия, биология, основы технологий (код программы 1.1П)» в ФГБУН «Санкт-Петербургский научный центр РАН» исследования проводились по трем направлениям Программы Президиума РАН № 32.

По направлению 1.1.4.5 «Квантово-каскадные лазеры терагерцового диапазона: дизайн, синтез и свойства» проведены:

- исследования методов калибровки потоков материала из источников установки молекулярно-пучковой эпитаксии для учёта эффектов, влияющих на толщину слоёв активной области;

- синтез методом молекулярно-пучковой эпитаксии тестовых структур, необходимых для корректной реализации эпитаксиальной структуры квантово-каскадного лазера (скорости роста, химические составы, уровни легирования);

- синтез методом молекулярно-пучковой эпитаксии эпитаксиальной структуры квантово-каскадного лазера, имеющего усовершенствованный дизайн;

- характеристика эпитаксиальных структур методами атомно-силовой микроскопии, просвечивающей электронной микроскопии и рентгеновской дифрактометрии. Измерения вольт-амперных характеристик структур.

По направлению 3.2.1 «Разработка новых эффективных противоопухолевых препаратов на основе спирооксииндолов» проведены:

- экспериментальное исследование регио- и стереоселективности многокомпонентных межмолекулярных реакций 1,3-диполярного циклоприсоединения с участием нестабильных азометинилидов, содержащих индоло[2,1-b]-хиназолиновые фрагменты;

- наработка функционально замещенных спиро[азабицикло-гексан]оксиндолов согласно ранее разработанной схеме синтеза (реакцией [3+2]-циклоприсоединения циклопропенов и азометинилидов, генерированных *in situ* из замещенных изатинов и α -аминокислот);

- оценка жизнеспособности, пролиферативной активности и морфологических характеристик нормальных и опухолевых клеточных линий.

По направлению 3.2.4 «Разработка новых лекарственных нанопрепаратов на основе фотохромных блокаторов ионных каналов для оптофармакологического протезирования сетчатки»:

- подобраны методологии квантово-химических расчетов, наиболее оптимальные для расчета кинетики термической изомеризации и оптических свойств молекулярных переключателей на основе азобензолов и азонфталинов, и подходящие для качественного описания механизмов реакции изомеризации изучаемых соединений;

- определены механизмы реакции изомеризации азобензолов и азонфталинов. На основании полученных данных были предложены новые варианты молекулярных переключателей с измененными оптическими свойствами и с измененной кинетикой термической изомеризации;

- разработаны и отработаны стратегии синтеза широкого ряда азобензолов, в том числе вариантов, отобранных по результатам вычислительного моделирования. Целевые соединения были синтезированы, их оптические свойства и кинетика термической изомеризации были изучены методами спектроскопии поглощения и спектроскопии поглощения с высоким временным разрешением;

- проведено тестирование физиологического действия известных молекулярных переключателей на основе азобензола, а также новых предложенных на основании рационального дизайна молекулярных переключателей.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	9
ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ	14
1 Квантово-каскадные лазеры терагерцового диапазона: дизайн, синтез и свойства (1.1.4.5).....	14
1.1 Калибровка потоков материала из источника галлия и особенности синтеза эпитаксиальных GaAs слоёв для терагерцового квантово-каскадного лазера.....	14
1.2 Эксперименты по синтезу терагерцовых ККЛ на основе материалов GaAs/AlGaAs.....	23
1.3 Исследования структурных свойств многослойных квантово-каскадных гетероструктур GaAs/AlGaAs.....	25
1.4 Исследования вольт-амперных и излучательных характеристик многослойных квантово-каскадных гетероструктур GaAs/AlGaAs с двойным металлическим волноводом.....	28
2 Разработка новых эффективных противоопухолевых препаратов на основе спирооксииндолов (3.2.1).....	33
2.1 Экспериментальное исследование регио- и стереоселективности многокомпонентных межмолекулярных реакций 1,3-диполярного циклоприсоединения с участием нестабильных азометинилидов, содержащих индоло[2,1-b]-хиназолиновые фрагменты.....	33
2.2 Нарботка функционально замещенных спиро[азабицикло-гексан]оксиндолов реакцией [3+2]-циклоприсоединения	

азометинилидов, генерированных <i>in situ</i> из замещенных изатинов и α -аминокислот, и циклопропенов.....	36
2.3 Оценка жизнеспособности, пролиферативной активности и морфологических характеристик нормальных и опухолевых клеточных линий.....	37
3 Разработка новых лекарственных нанопрепаратов на основе фотохромных блокаторов ионных каналов для оптофармакологического протезирования сетчатки (3.2.4)...	47
3.1 Компьютерный дизайн оптимальных молекулярных фотопереключателей на основе азобензолов и азонфталинов.....	47
3.2 Разработка методологий синтеза и синтез предложенных фотохромных переключателей.....	61
3.3 Измерение наносекундных спектров разностного поглощения производных азобензола в различных растворителях.....	69
3.4 Регистрация электроретинограммы (ЭРГ) от изолированной сетчатки амфибий.....	82
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	91
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	95
ПРИЛОЖЕНИЕ А Сведения о публикациях по теме в 2018 году.....	100