

Наименование института: **Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт аналитического приборостроения Российской академии наук
(ИАП РАН)**

Отчет по основной референтной группе 3 Общая физика

Дата формирования отчета: **22.05.2017**

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НАУЧНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Инфраструктура научной организации

1. Профиль деятельности согласно перечню, утвержденному протоколом заседания Межведомственной комиссии по оценке результативности деятельности научных организаций, выполняющих научно-исследовательские, опытно-конструкторские и технологические работы гражданского назначения от 19 января 2016 г. № ДЛ-2/14пр

«Генерация знаний». Организация преимущественно ориентирована на получение новых знаний. Характеризуется высоким уровнем публикационной активности, в т.ч. в ведущих мировых журналах. Исследования и разработки, связанные с получением прикладных результатов и их практическим применением, занимают незначительную часть, что отражается в относительно невысоких показателях по созданию РИД и небольших объемах доходов от оказания научно-технических услуг. (1)

2. Информация о структурных подразделениях научной организации

Лаборатория приборов и методов эпитаксиальных нанотехнологий

Специализация:

Экспериментальные и теоретические исследования физических явлений и процессов, происходящих при молекулярно-пучковой эпитаксии напряженных гетероструктур, в системах $\text{In}(\text{Ga},\text{Al})\text{As}/\text{GaAs}$, Ge/Si , InAs/Si .

- Разработка технологии получения нанометровых нитевидных кристаллов в системе АЗВ5.
- Разработка приборной базы для установок молекулярно-пучковой эпитаксии.
- Исследование физических свойств полупроводниковых сверхрешеток и квантовых точек.
- Разработка технологической базы для создания светоизлучающих диодных структур на кремнии.

Лаборатория автоматизации измерений и цифровой обработки сигналов

Образована в марте 2015 года на базе сектора с тем же названием.

Специализация:



057166

- Теоретические и экспериментальные исследования методов обработки сигналов различных типов.

- Программное обеспечение и развитие аппаратных средств систем автоматизации научных приборов различных типов, разрабатываемых в Институте.

- Развитие прикладных математических методов, основанных на применении спектрального, корреляционного и вейвлет анализа, процессов цифровой обработки сигналов.

- Разработка аппаратных средств на базе передовых электронных технологий: программируемые логические устройства (PLD), различные микроконтроллеры и специализированные микропроцессоры, совместимые с международными интерфейсными стандартами.

Лаборатория сканирующей зондовой микроскопии и спектроскопии

Специализация:

- Научные исследования и опытные разработки в области сканирующей зондовой микроскопии, спектроскопии и нанолитографии.

- Создание физических узлов, функционирующих в вакууме, газе и жидкости, разработка аппаратно-программных средств для сканирующей зондовой микроскопии (СЗМ) нового поколения.

- Разработка методик и исследование объектов различной природы методами СЗМ.

Лаборатория мессбауэровской спектроскопии

Специализация:

- Аппаратура и методика мессбауэровской и рентгеновской спектроскопии, скользящая мессбауэровская спектроскопия поверхности

Лаборатория оптики заряженных частиц и математического моделирования

Специализация:

- Разработка методов оптики заряженных частиц.
- Исследование новых электронно- и ионно-оптических элементов и систем.
- Разработка методов расчета и оптимизации корпускулярно-оптических схем приборов для энерго-, масс- и углового анализа пучков заряженных систем.

- Компьютерное моделирование и исследование газонаполненных устройств для анализа, разделения и транспортировки ионов.

- Разработка методов расчета электрических и магнитных полей.

- Вейвлетные преобразования и их применения для обработки сигналов и математического моделирования.

Лаборатория биомедицинской масс- спектрометрии

Специализация:

- Разработка новых принципов построения и технологий изготовления масс-спектрометрических систем.

- Моделирование и экспериментальное изучение процессов ионообразования, взаимодействия с газовой мишенью, оценка степени «охлаждения» ионов или фрагментации «родительских» ионов на «дочерние» масс-спектрометрическими методами.



- Исследования ионно-оптических свойств масс-анализаторов, транспортирующих систем, источников ионов.

- Создание методик масс-спектрометрического анализа биополимеров.

- Создание методик пробоподготовки для масс-спектрометрического анализа белков.

Разработка конструкторской документации масс-спектрометрических систем и создание приборов на их основе для научных исследований, биохимической и медицинской диагностики.

- Разработка «АРМ оператора масс-спектрометра» - комплекса программного обеспечения для автоматизации процесса масс-спектрометрического анализа, предназначенного для настройки инструмента и автоматического проведения анализов в режиме постоянного функционирования.

- Разработка «АРМ биохимика-масс-спектрометриста» - комплекса программного обеспечения для вторичной обработки информации и проведения биологической интерпретации данных масс-спектрометрического эксперимента.

- Разработка макетов, экспериментальных и опытных образцов приборов.

- Проведение аналитических работ в области биотехнологии и фармацевтики, поиск маркеров болезней.

Лаборатория экологической масс- спектрометрии

Специализация:

- Разработка и исследование новых масс-спектрометрических методов анализа веществ в твердой и газовой фазе и в растворах; теоретические и экспериментальные исследования плазменных и газодинамических систем ионизации и транспортировки ионов.

- Разработка новых подходов к расчетам анализаторов заряженных частиц, создание новых типов масс-анализаторов и новых масс-спектрометрических приборов и комплексов.

- Разработка новых спектральных методов анализа веществ и создание специализированных спектрофотометров и их элементов.

- Разработка новых подходов к изучению роли воды, ее структуры в связанном и объемном состояниях в химических реакциях в растворах и создание методов и приборов для исследований свойств воды и водно-полевых систем в биологических объектах.

Лаборатория методов и приборов иммунного и генетического анализа

Специализация:

- Исследования и разработка анализаторов нуклеиновых кислот на основе полимеразной цепной реакции (ПЦР) и секвенирования ДНК.

- Получение и исследование новых типов неподвижных фаз для электромиграционных методов анализа; разработка нового метода разделения, основанного на принципах электромиграции, хроматографии и магнетизма.

- Исследования и разработка приборов, устройств и методик по пробоподготовке (выделению, концентрированию, очистке от примесей) биологически активных молекул

Лаборатория информационно-измерительных био- и хемосенсорных микросистем



Специализация:

- Разработка принципов построения, технологий и методов создания хемосенсорных и микрочиповых аналитических систем для научных и прикладных исследований, в том числе для биохимической и медицинской диагностики.

- Теоретическое моделирование и экспериментальное исследование биофизических и физико-химических процессов в микро- и нанофлюидных системах.

- Исследования оптических свойств природных и искусственных объектов и материалов.

- Разработка методик экспресс-анализа биологических проб.

Лаборатория систем детектирования частиц и излучений

Специализация:

- Проведение теоретических и экспериментальных исследований с целью разработки современных систем детектирования частиц и излучений, в том числе, многоканальных и мультипараметрических, методов регистрации и обработки сигналов детекторов, а также в области использования новых аналитических методик на этой основе, в т.ч. для биомедицинского применения.

Лаборатория медико-аналитических методов и приборов

Специализация:

- Электрохимические методы анализа, позволяющие с помощью специализированных сенсоров и средств электроники измерять электрические параметры: разность потенциалов, силу тока, количество электричества, сопротивление, емкость, величина которых зависит от концентрации и природы определяемого компонента.

- Изучение квантовых флуктуаций оптического излучения. Развитие и применение высокочувствительных лазерных методов поляризационно-оптических измерений и исследований.

3. Научно-исследовательская инфраструктура

- Сканирующая зондовая лаборатория NTEGRA Solaris (NT-MDT, Россия)

- Спектрофотометр HITACHI U3410 (Япония), спектральный диапазон измерений от 190 до 2500 нм.

- Спектрофлуориметр HITACHI F4010 (Япония), спектральный диапазон возбуждения от 220 до 750 нм, спектральный диапазон измерения эмиссии от 220 до 800 нм.

- Масс-спектрометр, модель MAT 95S-API

- 2 масс-спектрометра МСД-650

- Установка для плазменной обработки материала Plasma system ZEPTO (Diener electronic, Германия)

- Конфокальный лазерный сканирующий микроскоп Leica TCS SL (микроскоп Leica DM-R, Германия), длины волн возбуждения 458, 476, 488, 514, 633 нм, спектральный диапазон детектирования 400-850 нм.

- Прототипы микрофлюидной аналитической системы (МФАС, ИАП РАН).



- Поляризационно-оптический анализатор.
- Установка для исследований нелинейного резонансного взаимодействия лазерного излучения с ансамблями атомов при наклонном падении в условиях, близких к резонансному (селективному) полному внутреннему отражению и к резонансному брюстеровскому отражению.
 - Контрольно-измерительное оборудование: анализаторы спектра, осциллографы, цифровые вольтметры и др.
 - Масс-спектрометрическая установка для высокочувствительного изотопного анализа с многоканальным счетчиком ионов разработки ИАП РАН. Порог обнаружения изотопов актинидов порядка 1 фг. Разрешение по массе в режиме счета ионов около 1000.
 - Прибор для цитофлуориметрического анализа на основе методов цифровой обработки микроскопических изображений • Детектор субпопуляций клеток флуоресцентный ДСКФ-01 (разработка ИАП РАН). Порог обнаружения флуоресценции одновременно в двух спектральных диапазонах - менее 500 молекул флуорохрома на клетку.
 - Анализатор нуклеиновых кислот АНК-32 имеет Регистрационное удостоверение Росздравнадзора от 21.09.2010 г. № ФСР 2010/08892, срок действия не ограничен.
 - Анализатор нуклеиновых кислот АНК-48 проходит медицинские испытания.
 - Экспериментальный образец Анализатора нуклеиновых кислот АНК-96
 - Устройство секвенирования ДНК по ТУ 9443-005-04699534-2013с принадлежностями имеет Регистрационное удостоверение на медицинское изделие от 28 декабря 2015 года № РЗН 2015/3474.
 - Приборы высокоэффективного капиллярного электрофореза Нанофор.
 - Комплекс для выделения нуклеиновых кислот КВНК.
 - Акустический фильтр.
 - Планетарная центрифуга.

4. Общая площадь опытных полей, закрепленных за учреждением. Заполняется организациями, выбравшими референтную группу № 29 «Технологии растениеводства»

Информация не предоставлена

5. Количество длительных стационарных опытов, проведенных организацией за период с 2013 по 2015 год. Заполняется организациями, выбравшими референтную группу № 29 «Технологии растениеводства»

Информация не предоставлена

6. Показатели деятельности организаций по хранению и приумножению предметной базы научных исследований

Информация не предоставлена



7. Значение деятельности организации для социально-экономического развития соответствующего региона

Информация не предоставлена

8. Стратегическое развитие научной организации

Стратегические партнеры: ЗАО «Синтол», ЗАО «Полупроводниковые приборы»

Интеграция в мировое научное сообщество

9. Участие в крупных международных консорциумах (например - CERN, ОИЯИ, FAIR, DESY, МКС и другие) в период с 2013 по 2015 год

Институт имеет соглашение о научном сотрудничестве с Центром Гельмгольца исследования тяжелых ионов (GSI Helmholtz Center for Heavy Ion Research), Дармштадт, Германия. Цель сотрудничества: Разработка нового поколения сепараторов фрагментов для исследования экзотических ядер для международного проекта FAIR. Сотрудничество осуществляется в форме индивидуальных командировок сотрудников ИАП РАН за счет принимающей стороны.

10. Включение полевых опытов организации в российские и международные исследовательские сети. Заполняется организациями, выбравшими референтную группу № 29 «Технологии растениеводства»

Информация не предоставлена

11. Наличие зарубежных грантов, международных исследовательских программ или проектов за период с 2013 по 2015 год

Информация не предоставлена

НАУЧНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ОРГАНИЗАЦИИ

Наиболее значимые результаты фундаментальных исследований

12. Научные направления исследований, проводимых организацией, и их наиболее значимые результаты, полученные в период с 2013 по 2015 год

36. Системы автоматизации, CALS-технологии, математические модели и методы исследования сложных управляющих систем и процессов.

Разработан метод исследования аналитических характеристик мультисенсорных систем на основе имитационного моделирования. Впервые предложены подходы для выбора оптимального числа сенсоров в системе и оценки качества анализируемых смесей путем вычисления вероятности правильной классификации. Параметры классификатора опреде-



ляются путем обработки набора стандартных смесей, с концентрацией компонентов в пределах нормы.

Предложен новый подход к анализу системы уравнений, описывающих кинетику элементарной ферментативной реакции. При некоторых ограничениях на параметры реакции применение этого подхода позволяет получить приближенные аналитические решения, выражающие временную зависимость концентраций компонентов реакции. На основе такого описания можно разработать более эффективный алгоритм обработки экспериментальных данных метода полимеразной цепной реакции в реальном времени, широко используемого в анализе целевых нуклеиновых кислот.

Разработан и экспериментально апробирован новый метод выделения информационных признаков из масс-спектров - обобщенный спектральный анализ в адаптивном базисе. Исследованы функциональная структура и адаптируемая математическая основа системы классификации для различных типов сигналов, в том числе, полученных на квадрупольном анализаторе масс-спектров воздуха. Разработаны алгоритмы синтеза приспособленных к обрабатываемым сигналам базисных функций. Метод дает возможность автоматического принятия решений о различии масс-спектров выдыхаемого воздуха без визуального анализа информации, представленной в графическом виде. Такое автоматическое принятие решений может быть полезным для массовых экспресс-анализов в медицине.

• Л.В. Новиков Аппаратно-ориентированные вейвлеты. Palmarium Academic Publishing, AV Akademikerverlag GmbH, 2013.-212 с. ISBN: 978-3-659-98541-6

• Манойлов В.В., Новиков Л.В. Получение и обработка информации аналитических приборов. Учебное пособие. // СПб: Университет ИТМО, Редакционно-издательский отдел, тираж 100 экз. 2014. – 176 с.

• Новиков Л.В. Экспресс-анализ качества многокомпонентных смесей // Научное приборостроение. 2014. Т. 24, №2. С. 72-78. ISSN 0868–5886. IF=0,433

• В. В. Манойлов, Ю. А. Титов, А. Г. Кузьмин, И. В. Заруцкий. Методы обработки и классификации масс-спектров выдыхаемых газов с использованием дискриминантного анализа. "Научное приборостроение", 2016, т. 26, № 3. Стр.50-56. ISSN 0868–5886. IF=0,433

• В. В. Манойлов, А.Г. Кузьмин, Ю.А. Титов. Метод обработки сигналов масс-спектров выдыхаемых газов на основе спектрального разложения в адаптивном базисе. Масс-спектрометрия, том 12 №3. Москва. 7 Стр. (194-200) IF= 0,508

37. Научные основы и применения информационных технологий в медицине

Генетический анализатор «НАНОФОР-05»

Разработан генетический анализатор, предназначенный для установления первичной структуры молекул ДНК, выделенных из биологических образцов (крови и ткани пациентов) при генетических анализах, а также для санитарного, экологического, медико-биологического и криминалистического контроля. Анализатор выполняет следующие функции: определение нуклеотидной последовательности (секвенирование) ДНК; фрагментный анализ ДНК и идентификация генетических полиморфизмов.



Успешно проведены государственные и клинические испытания. Освоен серийный выпуск совместно с Экспериментальным заводом научного приборостроения РАН и ЗАО «Синтол».

- Я. И. Алексеев, Д. А. Белов, Ю. В. Белов, В. Е. Курочкин. Исследование погрешностей оцифровки пиков генетического анализатора. Научное приборостроение, 2014, т. 24, № 2, с. 79–85. ISSN 0868–5886. IF=0,433

- Д. А. Белов, Ю. В. Белов, В. В. Манойлов, В. Е. Курочкин. Способы обработки результатов генетических анализов. Научное приборостроение, 2014, т. 24, № 3, с. 87-91. ISSN 0868–5886. IF= 0,433

- Патент на полезную модель № 132203 «Многоканальный капиллярный генетический анализатор», выдан по заявке №2012144602 от 11.10.2012. Опубликовано: 10.09.2013 Бюл. № 25

Комплекс молекулярно-биологических тест-систем для выявления, идентификации и генетического типирования патогенных биологических агентов

Разработан комплекс современных реагентов и приборных средств выявления, идентификации и генетического типирования возбудителей особо опасных инфекционных заболеваний бактериальной, вирусной и риккетсиозной природы, включая возбудителей чумы, сибирской язвы, лихорадки Эбола и других. Комплекс в виде стационарной и передвижной лабораторий предназначен для оснащения подразделений войск радиационной, химической и биологической защиты ВС РФ, действующих в чрезвычайных ситуациях биологического характера. По результатам успешного проведения государственных испытаний комплекс рекомендован к принятию на вооружение.

По результатам разработки в 2015 году подана заявка на патентование

- Д. А. Белов, Ю. В. Белов, В. В. Манойлов, В. Е. Курочкин. Способы обработки результатов генетических анализов. Научное приборостроение, 2014, т. 24, № 2, с. 79–85; т. 24, № 3, с. 87-91. ISSN 0868–5886. IF= 0,433

- Я. И. Алексеев, Д. А. Белов, Ю. В. Белов, В. Е. Курочкин. Исследование погрешностей оцифровки пиков генетического анализатора. Научное приборостроение, 2014, т. 24, № 2, с. 79–85. ISSN 0868–5886. IF=0,433

- Д. А. Белов, Ю. В. Белов, В. В. Манойлов, В. Е. Курочкин. Способы обработки результатов генетических анализов. Научное приборостроение, 2014, т. 24, № 3, с. 87-91. ISSN 0868–5886. IF= 0,433

Показано, что ультразвуковое воздействие на процесс выделения нуклеиновых кислот (НК) в проточном режиме позволяет эффективно концентрировать НК из проб с низким содержанием целевого продукта. Эффективность выделения НК составляет 80 – 90 %. Проточный циклический режим выделения НК под действием УЗ обеспечивает повышение эффективности практически до 100%, которое достигается за 3 цикла. Это позволяет концентрировать следовые количества целевого продукта до уровня его обнаружения средствами специфической индикации НК.



• Сочивко Д.Г., Фёдоров А.А., Варламов Д.А., Курочкин В.Е., Петров Р.В.. Точность количественного анализа ДНК с использованием полимеразной цепной реакции в реальном времени. // Доклады академии наук. 2013. Т. 449, № 5. С. 601–605. ISSN (print): 0869-5652, IF=0.330.

40. Элементная база микроэлектроники, наноэлектроники и квантовых компьютеров. Материалы для микро- и наноэлектроники.

Нано- и микро-системная техника. Твердотельная электроника.

Свойства антиотражающих композиционных материалов (АКМ) на основе нитевидных нанокристаллов (ННК)

Продемонстрирована возможность создания АКМ на основе полупроводниковых ННК, в том числе ферромагнитных, помещенных в эластичные матрицы на основе различных полимерных материалов. В рамках теории эффективной среды (ТЭС) и в рамках строгого метода с учетом формы ННК впервые исследованы угловые и спектральные характеристики композитов на основе ННК в радиоволновом диапазоне. Показано, что коэффициенты отражения однослойной модели могут быть уменьшены в несколько раз, а двухслойной – до двух порядков в широком частотном диапазоне. Исследованные АКМ могут оказаться перспективными при создании материалов со специальными свойствами.

• Gorai L.I. Modeling the Antireflective Properties of Composite Materials Based on Semiconductor Filamentary Nanocrystals/ L.I.Gorai, A.D. Buravlev, S.A. Ponyaev //Tech. Phys. Let. 2015. V.41, №7.P.624–627. DOI: <http://dx.doi.org/10.1134/S1063785015070081>

• Goray, L.I. Boundary Integral Equation Methods for Conical Diffraction and Short Waves / L.I. Goray, G. Schmidt // Gratings: Theory and Numerical Applications. Ed. E. Popov. Presses universitaires de Provence. Sec. rev. ed. 2014. ISBN: 978-2-85399-943-4. <http://www.fresnel.fr/numerical-grating-book-2>.

• Goray, L.I. Energy balance for weak formulation of diffraction by lossy anisotropic inhomogeneous gratings / L.I. Goray // Proc. of the Inter. Conf. Days on Diffraction. 2015. IEEE. P.123–129. DOI: <http://dx.doi.org/10.1109/DD.2015.7354845>

Гибридная наноконструктивная система

Продемонстрирована возможность создания гибридной наноконструктивной структуры на основе интеграции полупроводниковых материалов разной размерности - массива квазиодномерных GaAs нитевидных нанокристаллов (ННК), сформированных методом молекулярно-пучковой эпитаксии на подложке Si(111) и нульмерных коллоидных PbS квантовых точек. Исследованы морфологические и спектральные свойства полученной системы. Полученная гибридная система может оказаться перспективной для применения в оптоэлектронике на кремниевой платформе.

Исследованы фотоэлектрические свойства массива GaAs/ Al_xGa_{1-x}As (x~ 0.3) аксиальных нитевидных нанокристаллов n-типа, выращенных с помощью метода молекулярно-пучковой эпитаксии на p-типа кремниевой подложке. Выявлена возможность эффективного разделения зарядов в широком спектральном диапазоне (от 450 до 1100 nm), что



актуально для создания активного элемента в фотоприемных устройствах и солнечных батареях.

- I.Gratings, L.Goray, M.Lubov Nonlinear continuum growth model of multiscale reliefs as applied to rigorous analysis of multilayer short-wave scattering intensity. // J. Appl. Cryst. 2013. Vol.46. P.926–932. IF =3.34. DOI: <http://dx.doi.org/10.1107/S0021889813012387>

- D.Barettin, A.V.Platonov, A.Pecchia, V.N.Kats, G.E.Cirlin, I.P.Soshnikov, A.D.Bouravleuv, L.Besombes, H.Mariette, M.A.der Maur, A.D.Carlo. “Model of a GaAs Quantum Dot Embedded in a Polymorph AlGaAs Nanowire”, IEEE Journal of Selected Topics in Quantum Electronics, v. 19 , N 5, 2013 , 1901209. IF =4.08. DOI: <http://dx.doi.org/10.1109/JSTQE.2013.2240657>

- E.S.K.Young, A.D.Bouravleuv, G.E.Cirlin, V.Dhaka, H.Lipsanen, M.Tchernycheva, A.V.Scherbakov, A.V.Platonov, A.V.Akimov, A.J.Kent. "Electrical detection of picosecond acoustic pulses in vertical transport devices with nanowires", Appl.Phys.Lett. 2014, 104, 062102. IF =3.52. DOI: 10.1063/1.4864637 Impact factor WoS 3.302 DOI: <http://dx.doi.org/10.1063/1.4864637>

- Alexei Bouravleuv, Victor Sapega, Vladimir Nevedomskii, Artem Khrebtov, Yuriy Samsonenko and George Cirlin «(In,Mn)As multilayer quantum dot structures”, Appl. Phys. Lett. 105, 232101 (2014). IF =3.52. DOI: <http://dx.doi.org/10.1063/1.4903065>

- L.I. Goray and P.N. Racec, “Boundary conditions effects on electronic states in quantum-well – nanobridge – quantum dot structures,” Proc. of IEEE, 6699-8, 2014, pp. 89–95. IF =5.47. DOI: <https://doi.org/10.1109/DD.2014.7036430>

41. Опто-, радио- и акустоэлектроника, оптическая и СВЧ-связь, лазерные технологии.

Рассмотрена фундаментальная система критериев сильных и слабых сигналов в поляризационно-оптических исследованиях, включающая вклады исследуемых объектов, естественных шумов зондирующего лазерного излучения и собственных шумов системы регистрации. Показано, что отклики слабых (с анизотропией меньше 1 рад) объектов обладают важными свойствами линейности и аддитивности. Это открывает новые перспективы изучения холодных и тепловых атомных ансамблей и их применения в системах передачи и обработки квантовой информации, дает принципиально новые возможности прецизионной оптической диагностики и создания новых материалов для нелинейной, квантовой и магнитооптики, оптоэлектроники и лазерной техники.

На основе последовательного квантово-электродинамического подхода, учитывающего векторный характер электромагнитного поля и земановскую структуру атомных подуровней, показано, что эффект сильной (Андерсоновской) локализации света в случайно неупорядоченной среде холодных атомов не имеет места. Широко используемая скалярная модель, изученная для сравнения, приводит к неадекватным выводам о возможности сильной локализации. Полученные результаты важны для дальнейшего развития методов анализа поляризационных характеристик сред, обладающих ориентационной упорядоченностью.



• Ya. A. Fofanov, A. S. Kuraptsev, I. M. Sokolov, M. D. Havey. Spatial distribution of optically induced atomic excitation in a dense and cold atomic ensemble. // *Phys. Rev. A*. V. 87, 063839 (2013). IF =3.04. DOI: <https://doi.org/10.1103/PhysRevA.87.063839>.

43. Нанотехнологии, нанобиотехнологии, наносистемы, наноматериалы, нанодиагностика, наноэлектроника и нанофотоника.

Масс-спектрометры для биохимии и биомедицины.

Впервые в мире получено техническое решение, позволяющее не только напрямую, без промежуточных устройств, связать жидкостной хроматограф и масс-спектрометр с электрораспылением, но и уникально расширить диапазон многокомпонентных растворов и элюэнтов анализируемых веществ: потоки от 5 мкл до 1 мл. с предельной концентрацией веществ до 1М, концентрации кислоты 1-2% и стабильным током распыления 10-7А. Это решение, реализованное в масс-спектрометре MX5310 с российским времяпролетным масс-анализатором, существенно превосходит мировые результаты в разработке масс-спектрометров для биохимии и биомедицины.

• П. С. Корякин, И. А. Краснов, Н. В. Краснов, М. З. Мурадымов, М. Н. Краснов. Ион-дрейфовый спектрометр с электрораспылительным источником ионов как детектор жидкостного хроматографа. *Научное приборостроение*, 2015 г., Т.25, № 2, С.34-39. ISSN 0868–5886. IF= 0,433

• А. Н. Арсеньев, М. З. Мурадымов, Н. В. Краснов. Полевая десорбция ионов из острия на мениске жидкости при ЭГД-распылении. *Научное приборостроение*, 2014 г., т.24, № 3, С.3-8 ISSN 0868–5886. IF= 0,433

• A.N.Arseniev, M.Z.Muradymov, N.V.Krasnov. Investigation of Electrospray Stability with Dynamic Liquid Flow Splitter. // *Analytical Chemistry*. 2014, V69, N14, pp.30-32.

• Решение о выдаче патента от 12.08.2016 «Способ непрерывного стабильного электрораспыления растворов в источнике ионов при атмосферном давлении», заявка № 2014142300.

Предложены ионно-оптические схемы многоотражательных времяпролетных масс-анализаторов на основе принципиально новых бессеточных ионных зеркал с высокой степенью фокусировки времени пролета ионов по энергии и пространственному разбросу. Экспериментальная апробация показала устойчивое достижение рекордных значений их разрешающей способности по массе до 600 000 при сохранении высокой чувствительности. Разработка открывает путь к созданию нового класса приборов нанобиодиагностики, существенно улучшающих уровень анализа нанобиоструктур.

• Mikhail I. Yavor, Wolfgang R. Plaß, Timo Dickel, Hans Geissel, Christoph Scheidenberger. Ion-optical design of a high-performance multiple-reflection time-of-flight mass spectrometer and isobar separator. // *International Journal of Mass Spectrometry*, Vol. 381–382, 2015, P. 1-9. IF=2.183. <https://doi.org/10.1016/j.ijms.2015.01.002>.

Предложена и реализована методика фрагментного экспресс-анализа ДНК на микрофлюидном чипе, основанная на адаптации метода капиллярного электрофореза с использова-



нием внутренних стандартов. Применение микрофлюидных технологий позволяет повысить скорость анализа, снизить расход используемых реагентов, открывает возможность создания и развития новых компактных приборов для исследований биологических проб, в том числе и для диагностики «на месте оказания помощи».

- Белоусов К.И., Евстрапов А.А., Буляница А.Л. Моделирование концентрационных зависимостей распределения пробы в каналах микрофлюидного чипа при электрокинетической инъекции // Научное приборостроение. 2013. 23, 4. 76–84.(ISSN 0868–5886). IF=0,433

- Буляница А.Л., Посмитная Я.С., Рудницкая Г.Е., Лукашенко Т.А., Цымбалов А.И., Евстрапов А.А. Стекланно-полимерные микрофлюидные чипы для электрофоретического разделения биомолекул // Научное приборостроение. 2014. 24, 4. С. 67-76. (ISSN 0868–5886). IF= 0,433

13. Защищенные диссертационные работы, подготовленные период с 2013 по 2015 год на основе полевой опытной работы учреждения. Заполняется организациями, выбравшими референтную группу № 29 «Технологии растениеводства».

Информация не предоставлена

14. Перечень наиболее значимых публикаций и монографий, подготовленных сотрудниками научной организации за период с 2013 по 2015 год

1 V.N. Trukhin, A.S.Buyskikh, N.A.Kaliteevskaya, A.D.Bourauleuv, L.L.Samoilov, Yu.B.Samsonenko, G.E.Cirlin, M.A.Kaliteevski, A.J.Gallant. “Terahertz generation by GaAs nanowires”, Appl. Phys. Lett. 103, 072108 (2013). IF =3.80. DOI: 10.1063/1.4818719 Impact factor WoS 3.302.

2 Alexander V. Senichev, Vadim G. Talalaev, Igor V. Shtrom, Horst Blumtritt, George E. Cirlin, Jörg Schilling, Christoph Lienau, Peter Werner.”Nanospectroscopic Imaging of Twinning Superlattices in an Individual GaAs-AlGaAs Core–Shell Nanowire”, ACS Photonics, 2014, 1 (11), pp 1099–1106, DOI: 10.1021/ph5002022. Impact factor Web Of Sciences 5.404

3 I.S. Mukhin, I.V.Fadeev, M.V. Zhukov, V.G Dubrovskii, A.O. Golubok. Framed carbon nanostructures: Syntesis and applications in functional SPM tips. //Ultramicroscopy – 2015. Vol. 148.pp. 151-157. IF=2.45. DOI: 10.1016/j.ultramic.2014.10.008.

4 Mikhail I. Yavor, Wolfgang R. Pläß, Timo Dickel, Hans Geissel, Christoph Scheidenberger. Ion-optical design of a high-performance multiple-reflection time-of-flight mass spectrometer and isobar separator. // International Journal of Mass Spectrometry, Vol. 381–382, 2015, P. 1-9. IF=2.183. <https://doi.org/10.1016/j.ijms.2015.01.002>.

5 Anton Bukatin, Igor Kukhtevich, Norbert Stoop, Jorn Dunkel, Vasily Kantsler. Bimodal rheotactic behavior reflects flagellar beat asymmetry in human sperm cells // PNAS. 2015. Vol. 112, N 52. P. 15904–15909. IF=9,4. doi: 10.1073/pnas.1515159112 (ISSN, 0027-8424.).



6 Ya. A. Fofanov, A. S. Kuraptsev, I. M. Sokolov, M. D. Havey. Spatial distribution of optically induced atomic excitation in a dense and cold atomic ensemble. // *Phys. Rev. A*. V. 87, 063839 (2013). IF =3.04. DOI: <https://doi.org/10.1103/PhysRevA.87.063839>.

7 I.V. Kurnin, A.A. Kayumov, M.Z. Muradymov, N.V. Krasnov, A.V. Samokish. Coupling of liquid chromatograph with ion-mobility spectrometer. *International Journal for Ion Mobility Spectrometry*: Volume 16, Issue 3 (2013), Page 169-176. IF =3.53. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s12127-012-0110-4>

8 A. S. Berdnikov, A Pseudo Potential Description of the Motion of Charged Particles in RF Fields // *Microscopy and Microanalysis*, Vol. 21 (2015), Suppl. 4, p. 78-83. IF= 2.161. DOI: <http://dx.doi.org/10.1017/S1431927615013173>

9 L.N.Gall, N.S.Fomina, R.Giles, S.V.Masukevich, O.A.Beliaeva, N.R.Gall. Electrospray mass spectrometry with controlled in-source atomization (ERIAD) as a promising elemental method: evaluation of analytical features. // *Eur. J. Mass Spectrom.* 2015, Vol. 21, No. 4, pp 353-359. IF=1.165. DOI: <http://dx.doi.org/10.1255/ejms.1363>

10 L.I. Goray and P.N. Racec, “Boundary conditions effects on electronic states in quantum-well – nanobridge – quantum dot structures,” *Proc. of IEEE*, 6699-8, 2014, pp. 89–95. IF =5.47. <https://doi.org/10.1109/DD.2014.7036430>

Монографии, учебные пособия, книги:

1. Л.В. Новиков *Аппаратно-ориентированные вейвлеты*. Palmarium Academic Publishing, AV Akademikerverlag GmbH, 2013.-212 с. ISBN: 978-3-659-98541-6

2. Манойлов В.В., Новиков Л.В. *Получение и обработка информации аналитических приборов*. Учебное пособие. // СПб: Университет ИТМО, Редакционно-издательский отдел, тираж 100 экз. 2014. – 176 с.

3. Евстрапов А.А., Буляница А.Л. *Нанотехнологии в биологии и медицине*. Микрофлюидика [Электронный ресурс]: курс лекций [для студентов и магистрантов Института фундаментальной биологии и биотехнологии СФУ] Сиб. федер. ун-т, Ин-т фундамент. биологии и биотехнологии ; - Электрон. текстовые дан. (PDF, 3,7 Мб). - Красноярск : СФУ, 2015. - 133 с. - Загл. с титул.экрана. - Библиогр.: с. 131-132. – Изд. № 1337 : Б. ц.

4. Л.Н.Галль «Материя и жизнь». 2015. Санкт-Петербург: Изд-во «Амфора». - 320 с. ISBN 978-5-367-03611-4. Тираж 7057 экз.

5. Fofanov Ya.A. Nonlinear and fluctuation phenomena under conditions of strong selective reflection in inclined geometry. In book “Advances in Optoelectronics Research”, Ed. Marcus R. Oswald. Nova Science Publishers, Inc., USA. P. 75–114, (2014). https://www.novapublishers.com/catalog/product_info.php?products_id=50220&osCsid=dc43b22fc8b0550c4ac247aafd8fbafc (книга на сайте издательства) ISBN: 978-1-63321-211-4

6. Л.Н.Галль. *Физические принципы функционирования материи живого организма*. 2014, Санкт-Петербург, Изд. Политехнического Университета. 400с. ISBN 978-5-7422-4526-1/ Тираж 480 экз.



7. Goray L. I. Boundary Integral Equation Methods for Conical Diffraction and Short Waves / L.I. Goray, G. Schmidt // Gratings: Theory and Numerical Applications; ed. E. Popov. Presses universitaires de Provence. Second revisited edition. 2014. Ch. 12, P. 1-86. <http://www.fresnel.fr/numerical-grating-book-2>. ISBN: 2-85399-943-4

15. Гранты на проведение фундаментальных исследований, реализованные при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, Российского гуманитарного научного фонда, Российского научного фонда и другие

Гранты РФФИ

1. «Новые подходы к получению сегментированных капиллярных колонок для анализа биополимеров методом капиллярной электрохроматографии». Грант № 12-03-00523-а, 2012 – 2014 гг., объем финансирования – 1423.1 тыс. руб.

2. «Самокаталитические нитевидные кристаллы полупроводниковых соединений АЗВ5: синтез, исследование механизмов роста и физических свойств». Грант № 11-02-00445-а, 2011 – 2013 гг., объем финансирования – 1 515 тыс. руб.

3. «Интеграция гибридных прямозонных наноструктур на поверхности кремния». Грант № 13-02-12031-офи, 2013 – 2015 гг., объем финансирования – 1 500 тыс. руб.,

4. Проект «Разработка микрофлюидного устройства для исследования подвижности клеток». Грант № 14-08-31641, 2014-2015 гг., объем финансирования – 800 тыс. руб.

5. Проект «Новый принцип разделения в аналитической химии, сочетающий электрокинетические и магнитные эффекты». Грант № 15-03-04643А, 2015 – 2017 гг., объем финансирования – 1 300 тыс. руб.

6. Проект «Высококочувствительное поляризационно-оптическое наблюдение структурно-флуктуационных процессов в анизотропных и упорядоченных средах». Грант № 15-02-08703, 2015 – 2017 гг., объем финансирования в 2015 г. – 1 300 тыс. руб.

16. Гранты, реализованные на основе полевой опытной работы организации при поддержке российских и международных научных фондов. Заполняется организациями, выбравшими референтную группу № 29 «Технологии растениеводства».

Информация не предоставлена

ИННОВАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ НАУЧНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Наиболее значимые результаты поисковых и прикладных исследований

17. Поисковые и прикладные проекты, реализованные в рамках федеральных целевых программ, а также при поддержке фондов развития в период с 2013 по 2015 год



1. Федеральная целевая программа «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007-2013 годы».

- Опытно-конструкторские работы по лоту «2011-2.2-522-014» «Разработка генетического анализатора для секвенирования и фрагментного анализа ДНК». 2011 – 2013 гг., общий объем финансирования 90 000 тыс. руб.

2. Федеральная целевая программа «Национальная система химической и биологической безопасности Российской Федерации (2009-2014 годы)»

- «Разработка ион-дрейфового спектрометра с источником ионов электроспрей для обнаружения и идентификации токсических и опасных веществ в растворах». 2012-2014 гг., 2 750 тыс.руб.

- «Разработка методик регистрации результатов цифровой полимеразной цепной реакции и технологий создания микрочиповых устройств для ее постановки» (шифр «Анализ-13»). 2013-2014 гг., 21 000 тыс. руб.

- «Разработка комплекта молекулярно-биологических тест-систем для выявления, идентификации и генетического типирования патогенных биологических агентов» (шифр «Ворона-1»). 2013-2014 гг., 46 380 тыс. руб.

- «Разработка комплекса для выделения нуклеиновых кислот с целью их последующего анализа методами специфической индикации». 2013-2014 гг., 39 500 тыс. руб.

- «Авторский надзор за производством, сборкой, настройкой и тестированием время-пролетного масс-спектрометрического детектора MX5313 ДШИ 3.394.007 для аналитического комплекса ГХ-ВПМС по обнаружению и идентификации токсических и опасных веществ». 2013 г. -2014 г. Общий объем финансирования – 944 тыс.руб.

- «Авторский надзор в процессе корректировки, сборки, наладки и тестирования ВПМС детектора MX5313. Участие в сертификации как средство измерения». 2013 г. -2014 г. Общий объем финансирования – 100 тыс.руб.

3. Федеральная целевая программа «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 - 2020 годы».

- «Разработка высокопроизводительного анализатора с многоканальным детектированием для молекулярно-генетических исследований». 2014-2016 гг. 14 500 тыс.руб.

Внедренческий потенциал научной организации

18. Наличие технологической инфраструктуры для прикладных исследований

Высокотехнологичный производственный участок станков, полученных по решению Военно-промышленной комиссии Российской Федерации, на базе обрабатывающего центра с программным управлением для изготовления высокоточных деталей сложнейшей геометрии.

На производственном участке изготавливались инновационные отечественные аналитические приборные комплексы мирового уровня для целей Министерства обороны России



(Минобороны России), Федеральной службы безопасности России (ФСБ России) и других силовых ведомств России. Были успешно выполнены работы в рамках государственного оборонного заказа:

- «Разработка наборов диагностикумов для обнаружения патогенных и условно патогенных микроорганизмов во внелабораторных условиях методом полимеразной цепной реакции в реальном времени» шифр «Такса-ФП» - заказчик ФГКУ "Войсковая часть 68240";
- «Разработка комплекта молекулярно-биологических тест-систем для выявления, идентификации и генетического типирования патогенных биологических агентов», шифр «Ворона-1» - заказчик Минобороны России;
- «Исследования по разработке макета переносного высокоэффективного комплекса для выделения нуклеиновых кислот с целью их последующего анализа методами специфической индикации», шифр «Соловей» - заказчик Минобороны России.

19. Перечень наиболее значимых разработок организации, которые были внедрены за период с 2013 по 2015 год

1. Статический магнитный масс-спектрометр для анализа смесей агрессивных газов.

Статический магнитный масс-спектрометр с двойной фокусировкой разработан по заказу НИЦ «Курчатовский институт». Предназначен для анализа смесей агрессивных газов с переменной концентрацией до 1:10⁻⁶. Основан на новой малогабаритной схеме, разработанной в ИАП РАН. Основные параметры: разрешающая способность на 10% высоты пика – 650, чувствительность не хуже 1 ppm, изотопическая чувствительность 1 ppm. Разработана конструкторская документация, описание и инструкция. Изготовлен экспериментальный образец. Области применения: изотопный и химический анализ газов и летучих веществ.

2. Генетический анализатор для секвенирования и фрагментного анализа ДНК.

Закончена ОКР по теме «Разработка генетического анализатора для секвенирования и фрагментного анализа ДНК». Заказчик: Министерство образования и науки Российской Федерации.

ОКР выполнена в рамках федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007-2013 годы».

Изготовлены опытные образцы (3 шт.), проведены Государственные испытания, документация переданы на Экспериментальный завод научного приборостроения РАН (г. Черноголовка) для серийного изготовления. Генетический анализатор является прибором капиллярного электрофореза с пятицветной лазериндуцированной флуоресцентной детекцией. Принцип действия анализатора основан на разделении молекул нуклеиновых кислот в жидкой полимерной фазе в тонких капиллярах под воздействием высокого напряжения.



Анализатор предназначен для автоматического определения последовательности ДНК и для проведения фрагментного анализа ДНК.

Области применения: клинический анализ, судебная экспертиза, санитарный и экологический контроль.

Возможные потребители: научно-исследовательские медико-биологические учреждения, ВУЗы и университеты, лаборатории МВД РФ, Следственного комитета РФ, ФСБ, Судебно-медицинской экспертизы Минздрава РФ

3. Аналитический комплекс для исследования патогенных микроорганизмов.

Закончена ОКР «Создание специализированного портативного аналитического комплекса для исследования патогенных микроорганизмов».

Проведены Государственные испытания.

Портативный аналитический комплекс предназначен для выделения, обнаружения и количественной оценки патогенных микроорганизмов в пробах различного происхождения.

Области применения: экспресс-исследование материала от больного (подозрительного на заболевание), индикация патогенных биологических агентов в объектах окружающей среды, ускоренное предварительное тестирование при выполнении культурального и биологического исследования и идентификации подозрительных культур, эпидемиологический мониторинг.

Возможные потребители: диагностические центры, поликлиники, станции переливания крови, больницы, учреждения санитарно-эпидемиологического контроля, научно-исследовательские медико-биологические учреждения, ВУЗы и университеты.

4. Набор диагностикумов для обнаружения патогенных и условно патогенных микроорганизмов.

Закончена ОКР «Разработка наборов диагностикумов для обнаружения патогенных и условно патогенных микроорганизмов во внелабораторных условиях методом полимеразной цепной реакции в реальном времени». Шифр - «Такса-ФП». ОКР выполнена по Государственному оборонному заказу на 2012 г. Проведены Государственные испытания.

5. Масс-спектрометр для анализа фторидов урана и его микропримесей.

Закончена разработка изотопного масс-спектрометра МИ-350АВ для анализа фторидов урана и его микропримесей.

Предложена новая концепция масс-спектрометра для изотопного анализа и соответствующая новая ионно-оптическая схема прибора. Предложенная концепция позволяет существенно уменьшить размеры прибора при обеспечении его ионно-оптических параметров. Предложен новый технологичный подход к конструированию прибора, обеспечивающий выполнение требований к точности воспроизведения ионно-оптической схемы при одновременном уменьшении ее себестоимости.

Уровень практической реализации: масс-спектрометр МИ-350АВ изготовлен и передан заказчику. Масс-спектрометр предназначен для решения задач ядерно-топливного цикла.

Возможные потребители: разделительные комбинаты Росатома.



6. Комплекс для выделения нуклеиновых кислот.

Комплекс для выделения нуклеиновых кислот (Комплекс КВНК) предназначен для выделения нуклеиновых кислот с целью их последующего анализа методами направленной амплификации.

Комплекс КВНК предназначен для оснащения подразделений войск радиационной, химической и биологической защиты Вооруженных Сил Российской Федерации, действующих в чрезвычайных ситуациях биологического характера.

Комплекс обеспечивает выделение в автоматическом режиме с помощью одноразовых картриджей препаратов НК микроорганизмов из поступивших проб, пригодных для идентификации методами направленной амплификации НК.

Комплекс КВНК состоит из блока выделения и управления выделением нуклеиновых кислот (далее - блок БВНК и УВНК) и комплекта средств выделения нуклеиновых кислот (далее – комплект СВНК).

Блок БВНК и УВНК содержит 4 независимых канала, обеспечивающих возможность одновременной независимой работы с четырьмя картриджами.

Комплект СВНК содержит восемь одноразовых картриджей заправленных реагентами необходимыми для выделения нуклеиновых кислот и восемь пробирок для очищенного препарата НК.

Разработан комплект КД, изготовлены 4 опытных образца изделия и проведены предварительные испытания.

Основными областями применения прибора являются: оборонные исследования, аналитическая биохимия, фармацевтика и биотехнология, и медицинская диагностика, пищевая промышленность и криминалистика, экологический мониторинг.

Потенциальными заказчиками (потребителями) прибора могут являться: вирусологические центры силовых структур РФ, диагностические центры СЭС, организации экологического контроля и мониторинга, научно-исследовательские и поликлинические учреждения МЗ РФ, научно-исследовательские учреждения РАН, исследовательские учреждения при университетах.

7. Ион-дрейфовый спектрометр с источником ионов электроспрей для обнаружения и идентификации токсических и опасных веществ в растворах.

Реализована конструкция приборного комплекса, созданного на основе ион-дрейфового спектрометра с сеточным затвором Бредбери-Нильсена и источником ионов с экстракцией ионов из раствора при динамическом делении потока жидкости при нормальных условиях. Разработан новый высокостабильный источник ионов, позволяющий получать спектры подвижности ионов из растворов с массой до 445 000 Да при потоках жидкости до 200 мкл/мин. при нормальных условиях. Западные аналоги работают с потоками раствора на 3-4 порядка меньше и с ионами массой до 500-600 Да.

Получено два патента по тематике и поданы две новые заявки на патенты по тематике.



Уровень практической реализации - опытные образцы, комплект конструкторской и технической документации

Области применения, возможные потребители: Институты РАН, ФМБА России.

8. Масс-спектрометрическая установка для измерения микро количеств гелия.

Изготовлен опытный образец масс-спектрометрической установки для измерения микро количеств гелия. Основа установки - секторный масс-анализатор с постоянным магнитом, источником и приемником ионов, электронной системой и специализированным программным обеспечением.

Степень новизны: серийные образцы специализированных приборов для анализа микроколичеств гелия в археологических и космических объектах на мировом рынке отсутствуют.

Уровень практической реализации: проведены лабораторные испытания, изготовлен опытный образец для Государственного Эрмитажа.

Области применения, возможные потребители: оценка возраста археологических и космических объектов в музейных центрах археологии и научных центрах по изучению космических объектов

9. Генетический анализатор для установления первичной структуры ДНК.

Разработан генетический анализатор, предназначенный для установления первичной структуры молекул ДНК, выделенных из биологических образцов (крови и ткани пациентов) при генетических анализах, а также для санитарного, экологического, медико-биологического и криминалистического контроля. Анализатор выполняет следующие функции: определение нуклеотидной последовательности (секвенирование) ДНК; фрагментный анализ ДНК и идентификация генетических полиморфизмов. Успешно проведены государственные и клинические испытания. Освоен серийный выпуск совместно с Экспериментальным заводом научного приборостроения РАН и ЗАО «Синтол».

ЭКСПЕРТНАЯ И ДОГОВОРНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ОРГАНИЗАЦИИ

Экспертная деятельность научных организаций

20. Подготовка нормативно-технических документов международного, межгосударственного и национального значения, в том числе стандартов, норм, правил, технических регламентов и иных регулирующих документов, утвержденных федеральными органами исполнительной власти, международными и межгосударственными органами

Информация не предоставлена

Выполнение научно-исследовательских работ и услуг в интересах других организаций



21. Перечень наиболее значимых научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ и услуг, выполненных по договорам за период с 2013 по 2015 год

1. Договор № 006.12.6.2. от 10.05.2012 г. с ФГУП НТЦ Радиационно- химической, биологической безопасности и гигиены ФМБА РФ. «Разработка ион-дрейфового спектрометра с источником ионов электроспрей для обнаружения и идентификации токсических и опасных веществ в растворах». Срок действия: 10.05.2012 г. – 03.12.2014 г. Общий объем работ - 2 750 тыс.руб.

2. Гос. контракт № 86.663.13.6 от 16.07.2013 г. с Федеральное медико-биологическое агентство (ФМБА РФ) «Разработка методик регистрации результатов цифровой полимеразной цепной реакции и технологий создания микрочиповых устройств для ее постановки» (шифр «Анализ-13»). Срок действия: 16.07.2013 г. – 31.12.2014 г. Общий объем работ - 21 000 тыс.руб.

3. Гос. контракт № 343/ОК/2013/ДРГЗ от 06.05.2013 г. с Минобороны России ОКР «Разработка комплекта молекулярно-биологических тест-систем для выявления, идентификации и генетического типирования патогенных биологических агентов» (шифр «Ворона-1») Срок действия: 06.05.2013 г. – 30.11.2014 г. Общий объем работ - 46 380 тыс.руб.

4. Гос. контракт № 2012/242 от 30.03.2012 г. с ФГКУ "Войсковая часть 68240" ОКР «Такса-ФП». Срок действия: 30.03.2012 г. – 30.06.2014 г. Общий объем работ - 15 000 тыс.руб.

5. Гос. контракт с Минобороны России № 669/ОК/2013/ДРГЗ от 19.09.2013 г. ОКР «Разработка комплекса для выделения нуклеиновых кислот с целью их последующего анализа методами специфической индикации». (шифр «Соловей-1»). Срок действия: 19.09.2013 г. – 29.11.2014 г. Общий объем финансирования - 39 500 тыс. руб.

6. Контракт с ЗАО «БалтСтрой» для Государственного Эрмитажа. «Изготовление опытного образца масс-спектрометрической установки для измерения микроколичеств гелия». Сумма контракта - 4500 тыс. рублей. Срок окончания - март 2015 г.

7. Поисковые исследования по разработке методов дистантной оценки физиологического состояния организма военнослужащих. ОАО«НПП «Радар ммс» по контракту с Министерством обороны РФ. 22 04 2014 -26 11 2015 г. Объем финансирования - 1500 тыс. рублей.

Другие показатели, свидетельствующие о лидирующем положении организации в соответствующем научном направлении (представляются по желанию организации в свободной форме)



22. Другие показатели, свидетельствующие о лидирующем положении организации в соответствующем научном направлении, а также информация, которую организация хочет сообщить о себе дополнительно

1. Институт аналитического приборостроения РАН (ИАП РАН) – преемник НТО АН СССР в области разработки научных основ и технических решений для масс-спектрометрии - одной из наиболее значимых областей научного приборостроения. Масс-спектрометрия является универсальным аналитическим измерительным методом высшей категории, обеспечивающим в современных ядерных, химических, медицинских и биохимических технологиях контроль состава и примесей в любых материалах и сырье. ИАП РАН сохранил лидирующее положение в теоретических масс-спектрометрических исследованиях и разработках масс-спектрометров новых типов и назначений и поддерживает высокий уровень России в этом, весьма престижном научном направлении. Разработка новых приборов проводится как собственными силами Института, так и в тесном сотрудничестве с ЭЗАН РАН (г.Черноголовка Моск. обл.). Наиболее значимые отечественные масс-спектрометры, выпущенные ИАП РАН в период 2013-2015 гг, это масс-спектрометр с электрораспылением MX5310 для биохимии и медицинской диагностики и масс-спектрометр МИ 250АВ для анализа смесей агрессивных газов в атомных технологиях. Большой научный потенциал разработчиков ИАП РАН, безусловно, позволяет и далее разрабатывать и выпускать в России масс-спектрометры самых разных типов и назначений, необходимые для всей номенклатуры их применений.

2. ИАП РАН занимает ключевую позицию в России в области разработки и создания приборов на микрофлюидной платформе с высокочувствительными оптическими системами детектирования. К настоящему времени созданы прототипы микрофлюидных аналитических систем; разработаны и получены экспериментальные образцы одноканальных и многоканальных микрофлюидных чипов: а) для разделения биологических проб методами электрофореза [Буляница А.Л., Посмитная Я.С., Рудницкая Г.Е., Лукашенко Т.А., Цымбалов А.И., Евстапов А.А. Стекло-полимерные микрофлюидные чипы для электрофоретического разделения биомолекул // Научное приборостроение. 2014. Т. 24. № 4. С. 67-76.], б) для исследований клеток методами оптической микроскопии [I. V. Kukhtevich, K. I. Belousov, A. S. Bukatin, V. I. Chubinskiy-Nadezhdin, V. Y. Vasileva, Y. A. Negulyaev, A. A. Evstrapov Microfluidic Chips for the Study of Cell Migration under the Effect of Chemicals // Technical Physics Letters. 2016, Vol. 42, No. 5, pp. 478–481], в) для техники «капельной» микрофлюидики [Belousov K.I., Filatov N.A., Evstrapov A.A., Kukhtevich I.V., Bukatin A.S. The study of mixing of reagents within a droplet in various designs of microfluidic chip //Journal of Physics: Conference Series. 2016. V. 741. No. 1. P. 012052].

Разработаны микрочиповые устройства (картриджи-микрочипы) для высокочувствительного метода молекулярной диагностики - метода молекулярных колоний, предназначенные для обнаружения одиночных молекул нуклеиновых кислот при избытке посторон-



них ДНК или РНК. Образцы картриджей-микрочипов использовались при обнаружении ДНК микобактерий туберкулёза и при обнаружении кДНК онкомаркера цитокератин-19. Совместно с ООО «Лазерный центр» (г. Санкт-Петербург) разработаны технологии формирования микроструктур в полиметилметакрилате и в полиимиде для микрофлюидных чипов [Evstrapov A.A., Pozdnyakov A.O., Gornyi S.G., Yudin K.V. Microchannel Edge Formation in Laser-Ablated Polyimide // *Technical Physics Letters*. 2005. Vol. 31. № 7. P. 541-544]. ИАП являлся инициатором развития технологий литографии, ориентированных на создание наноразмерных структур в Университете ИТМО [Evstrapov A.A., Mukhin I.S., Bukatin A.S., Kuhtevich I.V. Ion and electron beam assisted fabrication of nanostructures integrated in microfluidic chips // *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B*. 2012. № 282. P. 145–148]. На технологической площадке ЗАО «Светлана-полупроводники» (г. Санкт-Петербург) отработаны серийные технологии получения микроразмерных структур в стеклянных подложках для микрофлюидных чипов [Евстрапов А.А., Лукашенко Т.А., Рудницкая Г.Е., Буляница А.Л., Курочкин В.Е., Гусев В.С., Иванов О.Г., Беркутова И.Ф., Савицкая А.А. Микрофлюидные чипы из стеклянных материалов // *Научное приборостроение*. 2012. Т. 22. № 2. С. 27-43]. Совместно с Санкт-Петербургским национальным исследовательским Академическим университетом РАН проводятся работы по развитию микрофлюидных технологий и методов изготовления МФЧ [A.S. Bukatin, I.S. Mukhin, E.I. Malyshev, I.V. Kukhtevich, A.A. Evstrapov, M.V. Dubina Peculiarities in the Formation of Microstructures with a High Aspect Ratio in Preparing Polymer Microfluid Chips for in vitro Analysis of Single Living Cells // *Technical Physics*, 2016, Vol. 61, No. 10, pp. 1566–1571].

На микрофлюидных чипах из стеклянных материалов начиная с 2005 г. проводятся исследования по электрофоретическому разделению меченых фрагментов нуклеиновых кислот, определению сульфадиазина, обнаружению инсулина методом конкурентного иммунного анализа, разделению аминокислот и др. Разрабатываются современные методики проведения амплификации нуклеиновых кислот на МФЧ из полимерных материалов. Сочетание различных методов анализа биологических проб в формате микрочипа позволило реализовать метод ПЦР с детектированием в реальном времени на микрочипе при обнаружении кДНК онкомаркера цитокератин-19, а экспресс-оценку качества амплификации провести методом электрофоретического разделения продуктов амплификации на микрофлюидном устройстве [Евстрапов А.А., Буляница А.Л., Рудницкая Г.Е., Лукашенко Т.А., Тупик А.Н., Цымбалов А.И., Есикова Н.А., Посмитная Я.С. Оценка результатов полимеразной цепной реакции в реальном времени кДНК онкомаркеров СК-19 методом электрофореза на микрофлюидном чипе // *Научное приборостроение*. 2012. Т. 22. № 4. С. 17-25]. Подобный подход позволяет создавать современные малогабаритные аналитические системы для экспресс-анализа биологических проб широкого применения.

Интеграция функциональных наноструктур (например, пористых структур) в МФЧ позволяет реализовать на чипе новые возможности. Перспективным материалом для создания сенсорных элементов в микрофлюидных устройствах является пористое стекло



[Evstrapov A., Esikova N., Rudnitskaya G., Antropova T. V. Porous Glasses as a Substrate For Sensor Elements// Optica Applicata, 2010. XL, 2. 333-340]. Исследования, проведенные в ИАП РАН и ИХС РАН позволили создать прототип микрофлюидного устройства для конкурентного иммунного анализа биологической пробы с интегрированным сенсорным элементом на основе натриевоборосиликатного стекла SBS-МАП. [N. A. Esikova, A. A. Evstrapov, A. L. Bulyanitsa, T. V. Antropova Study features of the change of the fluorescence signal of the sensor element based on porous glass on the concentration of labeled insulin// Glass Physics and Chemistry January 2015, Volume 41, Issue 1, pp 89-92. (ISSN: 1087-6596)]. Предложенный подход может быть применен при создании микрофлюидных биосенсорных устройств для обнаружения других белков.

ФИО руководителя

Курочкин В.Б.

Подпись

Дата

22.05.2017

057166