

## Резюме проекта, выполняемого

в рамках ФЦП

### «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 – 2020 годы»

по этапу № 4

Номер Соглашения о предоставлении субсидии: 14.579.21.0020

Тема: «Лазерная масс-спектрометрия биологических объектов при атмосферном давлении для выявления патологических изменений и лекарственного мониторинга биологических тканей.»

Приоритетное направление: Науки о жизни (НЖ)

Критическая технология: Биомедицинские и ветеринарные технологии

Период выполнения: 05.06.2014 - 31.12.2016

Плановое финансирование проекта: 88.50 млн. руб.

Бюджетные средства 43.50 млн. руб.,

Внебюджетные средства 45.00 млн. руб.

Получатель: Общество с ограниченной ответственностью "Новые энергетические технологии"

Индустриальный партнер: Закрытое акционерное общество "Организатор"

Ключевые слова: лазерная хирургия, масс-спектрометрические изображения, обнаружение лекарств, диагностика онкологии, атмосферная ионизация, математическое моделирование, ионная оптика.

## 1. Цель проекта

Разработка физико-технических основ нового метода масс-спектрометрического анализа биологических тканей, обладающего высоким пространственным разрешением и возможностью послойного анализа для обнаружения патологических участков ткани, включая диагностику онкологических поражений, определения пространственного распределения лекарственных и маркерных препаратов в тканях.

Создание макета лазерного масс-спектрометра для анализа образцов биологических тканей при атмосферном давлении с ионизацией излучением лазерной плазмы и разработка методики его применения.

## 2. Основные результаты проекта

За счет средств субсидии:

Проведены патентные исследования в соответствии с ГОСТ 15.011-96.

Выполнен аналитический обзор научных и информационных источников, затрагивающих проблему масс-спектрометрического анализа биологических тканей при атмосферном давлении, в т.ч. с использованием лазерной ионизации и проблемы расчета движения ионов при атмосферном давлении с учетом электрических полей и газодинамических явлений.

Осуществлен выбор и обоснование направлений исследований, в том числе разработаны возможные решения исследовательских задач.

Разработана математическая модель и исследованы процессы транспортировки ионов из области ионизации при атмосферном давлении в масс-анализатор с учетом электрических полей и газодинамических явлений.

Определена оптимальная конфигурация электродов ионно-оптического газодинамического тракта макета ионного источника.

Проведено экспериментальное исследование режимов лазерного испарения/абляции образцов тканей под действием трех типов лазеров Nd-YLF, Er-YAG и CO<sub>2</sub> с длинами волн 263 нм, 2,97 мкм и 10,6 мкм соответственно и в диапазоне длительностей импульсов от 3 нс до 100 мкс.

Исследованы механизмы ионизации продуктов испарения в диапазоне давлений 0,1 – 1 атм. в присутствии лазерной плазмы.

Определены оптимальные параметры нагреваемого канала транспортировки продуктов испарения образцов, т.е. его температура и сечение в диапазоне давлений 0,1-1 атм.

Разработана эскизная конструкторская документация и изготовлен макет ионного источника.

Проведены исследовательские испытания макета ионного источника.

Проведена оптимизация режимов ионизации продуктов испарения излучением лазерной плазмы.

Разработана эскизная документация МРАБ.941412.001 на макет лазерного масс-спектрометра для анализа образцов

биологических тканей при атмосферном давлении.

По конструкторской документации МРАБ.941412.001 изготовлен макет лазерного масс-спектрометра.

К лазерному масс-спектрометру МРАБ.941412.001 разработан проект инструкции по применению и программа и методики испытаний на соответствие заданным в техническом задании требованиям.

За счет софинансирования из внебюджетных источников:

Создан стенд для экспериментальных исследований макета ионного источника.

Осуществлена закупка оборудования для создания макета лазерного масс-спектрометра и исследований.

Разработан и изготовлен стенд ЛКЕР.441467.001 для испытаний макета лазерного масс спектрометра. Стенд позволяет тестировать вакуумную систему, ионно-транспортную систему, радиочастотный высоковольтный генератор и другие системы лазерного масс спектрометра.

Результаты исследований полностью соответствуют требованиям технического задания.

### **3. Охраноспособные результаты интеллектуальной деятельности (РИД), полученные в рамках прикладного научного исследования и экспериментальной разработки**

На этапе 3 поданы две патентные заявки на изобретение и полезную модель:

изобретение заявка №2015155098 от 23.12.2015 «Способ масс-спектрометрического анализа газообразных веществ», РФ.

полезная модель заявка №2015155099 от 23.12.2015 «Установка для масс-спектрометрического анализа газообразных веществ», РФ.

### **4. Назначение и область применения результатов проекта**

Разрабатываемые научно-технологические подходы могут быть применены для решения задач фармакинетики, таких, как идентификация малых количеств лекарственных препаратов в биологических тканях, для изучения концентрирования фармацевтических препаратов в тканях и органах.

Применение разрабатываемых подходов в решении гистологических задач позволит проводить идентификацию типа ткани, изучение пространственного распределения веществ в тканях для выявления признаков различных патологий, в том числе, онкологических поражений.

Возможность анализа исследуемого объекта без его предварительной подготовки при атмосферном давлении даст возможность проводить экспресс-анализ тканей непосредственно в области оперативного вмешательства. Это даст хирургу возможность получить дополнительную информацию о состоянии ткани, провести локализацию патологии даже в случае, если этого не удаётся сделать визуально. Более того, разрабатываемые технологии позволят проводить анализ тканей при помощи малоинвазивной хирургии и эндоскопии в тех случаях, где не требуется прямое хирургическое вмешательство или для задач диагностики внутренних органов.

Приборы на основе разрабатываемых научно-технических принципов могут быть установлены в клинических, клинко-диагностических медицинских учреждениях, научно-исследовательских учреждениях, ориентированных на биологические и биомедицинские исследования, экспресс-лабораториях для проведения анализов.

Кроме того, технология может быть применена для экспресс-анализа пищевых продуктов, определения фальсификатов или присутствия вредных веществ, для решения задач микробиологии, идентификации и изучения бактериологических штаммов.

Возможны применения в допинг-контроле, токсикологии, экологии и криминалистике. Так, в экологии появляется возможность определения загрязнений непосредственно на природных объектах без стадии выделения и концентрирования целевых соединений перед масс-спектрометрическим анализом. Эта задача близка к более узкой задаче определения следов взрывчатых и наркотических веществ на реальных поверхностях в задачах служб безопасности. В проблемах безопасности продуктов питания появляется возможность прямого анализа продуктов для определения химических соединений, опасных для человека, решения проблем фальсификации продуктов питания, выявления случаев применения запрещенных или необъявленных в описании продукта добавок и пр.

### **5. Эффекты от внедрения результатов проекта**

Приборы на основе разрабатываемых научно-технических принципов могут быть установлены в клинических, клинко-диагностических медицинских учреждениях, научно-исследовательских учреждениях, ориентированных на биологические и биомедицинские исследования, экспресс-лабораториях для проведения анализов.

### **6. Формы и объемы коммерциализации результатов проекта**

Внедрение технологии достижимо различными путями. Во-первых, возможна организация производства прибора полностью, то есть изготовление разрабатываемого ионного источника и системы ввода ионов и совмещение их с определенным масс-спектрометром, во-вторых, возможна организация производства ионного источника и системы ввода ионов, адаптированных к имеющимся на рынке масс-анализаторам (например, в рамках взаимодействия с производителем масс-анализатора).

### **7. Наличие соисполнителей**

Институт общей физики им. А.М.Прохорова РАН, г.Москва, 2015, 2016 гг.  
ООО «Лазерлаб», г. Москва, 2014 г., 2015, 2016 гг.  
ООО "ПФ НТ, г. Москва", 2015 г.

Общество с ограниченной ответственностью "Новые  
энергетические технологии"

\_\_\_\_\_ генеральный директор

*(должность)*

\_\_\_\_\_ *(подпись)*

Федотов А.Г.

\_\_\_\_\_ *(фамилия, имя, отчество)*

**Руководитель работ по проекту**

Заведующий лабораторией лазерной масс-  
спектрометрии ООО "НЭТ"

\_\_\_\_\_ *(должность)*

\_\_\_\_\_ *(подпись)*

Алимбиев С.С.

\_\_\_\_\_ *(фамилия, имя, отчество)*

**М.П.**