

## АННОТАЦИЯ ПО ПРОЕКТУ

**Государственный контракт № 02.740.11.0770 от 12 апреля 2010 г.**

**Тема:** «Разработка оптических методов исследования и мониторинга изменений параметров биологических тканей и цельной крови при изменении содержания глюкозы в тканях организма человека и животных»

**Исполнитель:** федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Саратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского»

**Ключевые слова:** федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Саратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского»

### 1 Цель проекта

1. Решение фундаментальной научной проблемы ранней диагностики диабетических заболеваний и мониторинга содержания глюкозы в различных биологических тканях с целью предупреждения жизненно важных осложнений, связанных с гликированием гемоглобина и других белков, и приводящих к диабетической ретинопатии, нарушениям микроциркуляции в сосудах периферических органов, инфарктам миокарда, патологическому ожирению и других патологий..

2. Подбор оптимальных иммерсионных агентов для оптического просветления кожи, разработка оптических методов выявления присутствия глюкозы в коже. Разработка методик по определению доз лазерного излучения, способных вызвать некроз или апоптоз клеток жировой ткани с последующим их липолизом. Математическое моделирование транспорта глюкозы через биологические образцы. Разработка методики и прибора для поляризационного картографирования биообъектов.

### 2 Основные результаты проекта (этапа проекта)

1 Краткое описание основных полученных результатов:

- Разработана методика микроскопического поляризационного картографирования биотканей. Создана измерительная система, позволяющая осуществлять достаточно точное поляризационное картографирование биотканей с анизотропными элементами. Показано, что особенности оптических свойств биотканей, такие как структурная оптическая хиральность и поперечные вариации локальной оптической оси, выявляемые и количественно характеризующиеся с помощью разработанной системы картографирования, должны учитываться при разработке неинвазивных методов определения содержания глюкозы в крови.

- Разработан модифицированный глюкозооксидазный аналитический метод с использованием датчиков на основе фотонно-кристаллического волокна.

- Установлено, что датчики на основе фотонно-кристаллического волокна могут применяться без каких-либо дополнительных реагентов в качестве чувствительных элементов в рефрактометрии для измерения больших (выше 1 %) концентраций сахаров (глюкозы, фруктозы, сахарозы) в напитках – соках, винах и т.п. данный вывод также является важным результатом проведенной научно-исследовательской работы.

- Разработана установка и методика для проведения исследования фотодинамического и фототермического действия на жировую ткань

- Методом оптической когерентной томографии выявлены структурные изменения жировой ткани в результате фотодинамического/фототермического действия света, возникающие как непосредственно после облучения, так и в процессе биологического отклика системы. Показано, что фотодинамическое или фототермическое воздействие

вызывает липолиз жировых клеток в течение некоторого периода времени после воздействия.

- Показано, что ОКТ жировой ткани при сопровождении фотодинамической или фототермической терапии позволяет получить информацию о механизмах терапии на клеточном уровне, что делает возможным непосредственный контроль их липолиза и разрушения при совместном действии красителя и света.;

2) Создан датчик на основе фотонно-кристаллического волокна для измерения концентрации глюкозы в плазме крови. Чувствительность датчика к изменению концентрации глюкозы в исследуемой жидкости имеет порядок сотых долей ммоль/л, что в 100 раз ниже физиологической концентрации глюкозы в крови человека, и на порядок выше чувствительности классического глюкозооксидазного метода и дегидрогеназного метода. Методика микроскопического поляризационного картографирования биотканей с двулучепреломляющими элементами позволяет исследовать анизотропные среды с азимутальной вариацией локальной оптической оси в направлении распространения зондирующего света менее  $0.1^\circ$ ;

3) Разработаны новые методики определения состояния и состава биологических объектов, как по полю, так и методом картографирования. На основе использования экспериментального определения характеристик и моделирования прохождения света через объект выявлены изменения структуры биотканей, вызванные изменением концентрации глюкозы;

4) Коллектив, выполняющий проект, работает в контакте практически со всеми передовыми группами, ведущими исследования в данном направлении, что приводит к тому, что уровень проведенных исследований соответствует мировому.

### **3 Назначение и область применения результатов проекта (этапа проекта)**

#### **1) Описание областей применения полученных результатов:**

Полученные результаты могут быть использованы в медицине, области нанотехнологий, биофизических и биологических исследованиях;

#### **2) Описание направлений практического внедрения полученных результатов или перспектив их использования;**

Полученные результаты могут быть применены для разработки новых методов оптической диагностики диабета и воспалительных заболеваний.;

#### **3) Оценка или прогноз влияния полученных результатов на развитие научно-технических и технологических направлений; разработка новых технических решений; на изменение структуры производства и потребления товаров и услуг в соответствующих секторах рынка и социальной сферы.**

Разработанные датчики методики контроля концентрации глюкозы и других веществ в плазме крови просты в производстве, что позволяет создавать производство таких датчиков на малых предприятиях.

#### **4) Описание ожидаемых социально-экономических и др. эффектов от использования товаров и услуг, созданных на основе полученных результатов :**

Повышение эффективности диагностики диабета и воспалительных заболеваний позволяет повысить качество жизни

#### **5) Описание существующих или возможных форм коммерциализации полученных результатов:**

Коммерциализация проектом не предусмотрена, однако возможно производство датчиков на малом предприятии г. Саратова.

#### **6) Описание видов новой и усовершенствованной продукции (услуги), которые могут быть созданы или уже созданы на основе полученных результатов интеллектуальной деятельности (РИД); указание предполагаемых или фактических рынков**

На основе полученных результатов может проводиться диагностика состояния биологических тканей и определение концентрации в них глюкозы. Прогнозировать развитие

рынка достаточно сложно ввиду необходимости проведения клинических испытаний и получения разрешения министерства здравоохранения на применение препаратов и методик.

#### **4 Достижения молодых исследователей – участников Проекта (этапа проекта)**

*Краткая информация о наиболее значительных достижениях молодых исследователей в следующем формате:*

«В проекте принимал участие молодой исследователь Янина Ирина Юрьевна, аспирант. При его непосредственном участии удалось осуществить липолиз жировой ткани методом фотодинамической терапии, а также разработать методики контроля липолиза, соответствующие мировому уровню в области медицины, что позволит использовать полученные результаты в медицине и продолжить исследования в направлении фотодинамической терапии»

«В проекте принимали участие молодые исследователи Скибина Юлия Сергеевна, с.н.с., Малинин Антон Владимирович, студент, аспирант, Занишевская Анастасия Андреевна, студент. При их непосредственном участии удалось осуществить разработку технологии и конструкции датчика концентрации глюкозы на основе фотонно-кристаллического волокна, а также методику контроля концентрации глюкозы в плазме крови, соответствующие мировому уровню в области медицины, что позволит использовать полученные результаты в медицине и продолжить исследования в направлении диагностики диабета»

«В проекте принимал участие молодой исследователь Шерман Мария Михайловна, аспирант, н.с.. При его непосредственном участии удалось осуществить разработку конструкции специализированного поляризационно-чувствительного микроскопа а также разработать методику микроскопического поляризационного картографирования биотканей, соответствующие мировому уровню в области медицины, что позволит использовать полученные результаты в медицине и продолжить исследования в направлении медицинской оптики»

#### **5 Опыт закрепления молодых исследователей – участников Проекта (этапа проекта) в области науки, образования и высоких технологий**

За время выполнения проекта принято в аспирантуру 9 человек, принято в научно-исследовательскую часть университета в качестве лаборантов и младших научных сотрудников 9 человек, принято на малое предприятие г. Саратова 2 чел..

#### **6 Перспективы развития исследований**

*1) Информация о том, насколько участие в ФЦП способствовало формированию новых исследовательских партнерств. Участвует ли НОЦ в проектах по 7-й рамочной Программе Евросоюза.*

Исследования проходили в контакте с учеными США, Англии, Австралии, Кореи, Германии, Китая, Бельгии, Ирландии и других. Институт оптики и биофотоники СГУ – ассоциированный партнер-Center of Biophotonics Science and Technology (CBST) and Canadian Institute for Photonics Innovation (CIPI). Выполняется проект «Network of excellence for biophotonics» по 7-й рамочной программе (Grant № 224014 PHOTONICS4LIFE of FP7-ICT-2007-2).

*2) Краткая информация о проектах НОЦ по аналогичной тематике.*

- «**The developing of research infrastructure and approaches to optical point-of-care medical diagnostics**», программа: Institutional Partnership (SCOPEs) EC Project Adkhamjon Paiziev, Uzbek Academy of Science, Uzbekistan, Martin Wolf, University Hospital Zurich, Switzerland

- «Biophotonic technologies for novel diagnostic and therapeutic applications», программа: FiDiPro Professor (Finland Distinguished Professor Program, awarded by TEKES for the period

2011-2014, decision Dnro 3081/31/2010, § 32.20.40.2.4/11). Партнер: Risto Myllylä, University of Oulu

- Издание коллективной монографии – 20 глав, написанных ведущими специалистами из США, Европы, России, Китая, Индии Stoyan Tanev, Wenbo Sun, James Pond, Valery V. Tuchin, Vladimir P. Zharov, Optical Imaging of Cells with Gold Nanoparticle Clusters as Light Scattering Contrast Agents: A Finite-Difference Time-Domain Approach to the Modeling of Flow Cytometry Configurations, pp. 35-62. V.V. Tuchin, E.I. Galanzha, and V.P. Zharov, In vivo Image Flow Cytometry, pp. 387-433. V.V. Tuchin, E.I. Galanzha, and V.P. Zharov, In vivo Photothermal and Photoacoustic Flow Cytometry, pp. 501-571. Douplik A., Strattonnikov A., Zhernovaya O., Loshchenov V. “Modifications of Optical Properties of Blood during Photodynamic Reactions In vitro and In vivo”, pp. 627-698. Valery V. Tuchin (ed.), *Advanced Optical Cytometry: Methods and Disease Diagnoses*: WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, 2011-2012

3) Информация о том, сотрудничество с какими странами и исследовательскими центрами может способствовать наибольшей отдаче для развития в России технологий в области исследования, а также для выхода российской продукции на региональные и глобальные рынки.

США, университет Хьюстона; научный центр Бельгии; LG Electronics (Республика Корея); Институт прикладной физики, Италия

#### 7. Сведения в табличном формате:

Сведения о результатах интеллектуальной деятельности, полученных в ходе исполнения Государственного контракта (этапа проекта)	Приложение 1 к аннотации
Сведения о публикациях, выпущенных в ходе исполнения Государственного контракта (этапа проекта)	Приложение 2 к аннотации
Сведения о диссертациях, подготовленных в ходе исполнения Государственного контракта (этапа проекта)	Приложение 3 к аннотации
Сведения о выступлениях на конференциях, проведенных в ходе исполнения Государственного контракта (этапа проекта)	Приложение 4 к аннотации
Сведения о внедрении результатов проекта в образовательный процесс, полученных в ходе исполнения Государственного контракта (этапа проекта)	Приложение 5 к аннотации
Сведения об исполнителях Государственного контракта (этапа проекта)	Приложение 6 к аннотации

Руководитель работ по проекту  
Зав.кафедрой оптики и биофотоники

\_\_\_\_\_ В.В. Тучин

Руководитель организации-исполнителя:  
Ректор СГУ

\_\_\_\_\_ Л.Ю. Коссович