

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Университет ИТМО

**Сборник
тезисов докладов
конгресса молодых
ученых**

Выпуск 2



Санкт-Петербург

2014

Сборник тезисов докладов конгресса молодых ученых, Выпуск 2. – СПб: Университет ИТМО, 2014. – 485 с.

В издании «Сборник тезисов докладов конгресса молодых ученых, Выпуск 2», публикуются работы участников, выступивших на заседаниях научных школ и секций III Всероссийского конгресса молодых ученых, который состоялся 8–11 апреля 2014 года в Университете ИТМО.



В 2009 году Университет стал победителем многоэтапного конкурса, в результате которого определены 12 ведущих университетов России, которым присвоена категория «Национальный исследовательский университет». Министерством образования и науки Российской Федерации была утверждена Программа развития государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики» на 2009–2018 годы.

© Университет ИТМО, 2014

© Авторы, 2014

оксигемоглобина; зависимости показателя преломления, фактора анизотропии, коэффициента рассеяния и коэффициента поглощения цельной крови от длины волны. Расчет производился при помощи численного метода Монте-Карло. В такой модели фотон характеризуется координатами и весом, размер, шаг и направление движения фотона из исходной точки определяются на каждом шаге и задаются при помощи случайных чисел. На каждом шаге фотон теряет часть веса вследствие поглощения, так же учтено ослабление веса фотона за счет отражения Френеля и эффект полного внутреннего отражения на границе пересечения двух сред (воздух и кровь). Интенсивность сигнала обратного рассеяния складывается из суммарного веса фотонов, вышедших из среды через верхнюю границу и доли веса фотонов, падающих на среду, полученной за счет отражения от поверхности.

В результате были получены спектральные зависимости (в диапазоне 590–860 нм) относительного сигнала обратного рассеяния для различных значений степени насыщения крови кислородом. Для оценки адекватности модели, график спектральных зависимостей сравнивался с экспериментальным графиком [2], который был получен с использованием двойной интегральной сферы.

Результаты. Проведенные численные исследования показали, что в области длин волн 650–750 нм насыщение крови кислородом оказывает наибольшее влияние на сигнал обратного рассеяния, что дает возможность проводить достаточно точные измерения степени оксигенации крови при помощи измерения интенсивности диффузно рассеянного излучения.

Литература

1. Пушкарева А.Е. Методы математического моделирования в оптике биоткани. Учебное пособие. – СПб: НИУ ИТМО, 2008. – 103 с.
2. Lademann J., Weigmann H.J., Sterry W., Roggan A., Müller G.J., Priezzhev A.V., Firsov N.N. Investigation of the Aggregation and Disaggregation Properties of Erythrocytes by Light Scattering Measurements // Laser Physics. – 1999. – V. 9. – P. 357–362.

УДК 611.161+685.515

РАЗРАБОТКА МИКРОМАШИННЫХ КИБЕРНЕТИЧЕСКИХ ПЛАТФОРМ ДЛЯ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ САМОРАЗВИВАЮЩИХСЯ И ФУНКЦИОНИРУЮЩИХ ЭНДОТЕЛИАЛЬНЫХ КАПИЛЛЯРНЫХ СЕТЕЙ, СОПРЯЖЕННЫХ С ОРГАНИЗОВАННЫМИ В ПРОСТРАНСТВЕ IN VITRO МИКРОПОТОКАМИ ПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ

Е.В. Найдёнов

(Филиал «Национальный исследовательский университет «МЭИ» в г. Смоленске)

Научные руководители:

д.т.н., доцент И.В. Якименко (Филиал «Национальный исследовательский университет «МЭИ» в г. Смоленске); **д.м.н., профессор В.А. Глотов** («Смоленская государственная медицинская академия» Минздрава России)

В исследованиях ангиогенеза in vitro установлено, что эндотелиальные клетки (ЭК) при определенных условиях могут самопроизвольно организовываться в 3D капиллярные сети, которые при сопряжении с организованными в пространстве микропотоками питательной среды канализируются и приобретают способность к массопереносу. Гемодинамический фактор in vivo – играет решающую роль в развитии микрососудистых капиллярных сетей. Включение гидродинамического фактора в культуру ЭК сложнейшая научно-техническая задача.

Целью работы являлась разработка микромашинных кибернетических платформ для

культивирования саморазвивающихся и функционирующих ЭК-сетей, сопряженных с организованными в пространстве *in vitro* микропотоками питательной среды.

Базовыми положениями исследования являются: проектирование, моделирование и сборка и испытание экспериментального образца многофункционального биологического реактора для воспроизведения в культуре ЭК *in vitro* феномена самопроизвольно развивающихся и функционирующих 3D ЭК-сетей и изучение влияния на их развитие гидродинамического фактора в виде организованных микропотоков питательной среды; разработка алгоритмов управления развитием капиллярных сетей *in vitro* путем управляемого введения в культуру факторов роста.

Промежуточными результатами при написании работы являются: подготовка аналитического обзора современного состояния проблемы инженерно-технического обеспечения биологических исследований по моделированию ангиогенеза на основе культуры ЭК *in vitro* и существующих устройств и технологий; разработка концепции микромашиной кибернетической платформы для культивирования саморазвивающихся функционирующих ЭК-сетей сопряженных с организованными микропотоками питательной среды.

В настоящее время разработаны имитационные математические модели и принципиальные электрические схемы отдельных модулей экспериментального реактора для культивирования ЭК с применением систем математического моделирования и инженерного проектирования; в соответствии с постоянно совершенствующимися техническими заданиями и техническими условиями, отработана оптимальная структура функциональных модулей реактора и систем управления; изготовлены модули, проведена сборка и испытания физической модели экспериментального реактора; проводятся биологические эксперименты по культивированию 3D ЭК-сетей.

Проект имеет научный задел, так как является научно-инженерным продолжением проектов РФФИ №94-04-13544 и №96-04-50991.

УДК 616.12.008.331-073.65.78

ИССЛЕДОВАНИЕ ТКАНЕВОГО ДЫХАНИЯ ПРИ ХОЛОДОВОЙ ПРЕССОРНОЙ ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ ПРОБЕ

И.Н. Новикова

(Государственный университет – учебно-научно-производственный комплекс, Орел)

Научный руководитель – к.т.н., доцент А.В. Дунаев

(Государственный университет – учебно-научно-производственный комплекс, Орел)

Значимое место в медицинской практике занимают исследования микроциркуляторно-тканевых систем, их основных параметров, функций и процессов, протекающих в них. Тканевое дыхание является одной из важнейших их функций, включающих в себя газообмен кислорода с кровью и совокупность окислительно-восстановительных процессов с цитохромной системой митохондрий для образования АТФ. На основании принципа Фика определяются основные характеристики тканевого дыхания – экстракция и потребление кислорода тканью, которые не одинаковы в различных областях организма человека.

Для неинвазивной диагностики тканевого дыхания широкое применение получили такие оптические технологии, как лазерная доплеровская флоуметрия (ЛДФ), оптическая тканевая оксиметрия (ОТО) и пульсоксиметрия. Важной особенностью ЛДФ является возможность получения *in vivo* всего спектра ритмических процессов в микрососудах от пульсовых ритмов до циркадных, которые играют большую роль в функционировании системы микроциркуляции крови. Преимущества метода ОТО заключается в возможности *in vivo* оценивать динамику транспорта и величину сатурации крови кислородом в

ЖИВЫЕ СИСТЕМЫ, БИМЕДИЦИНСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ И ТОМОГРАФИЯ 220

Абрамович Н.Д. (Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Минск). Исследование связи параметров спекл-структуры многократно рассеянного света в многослойных биотканях с их биофизическими характеристиками 220	220
Афанасьева А.С. (Санкт-Петербургский государственный политехнический университет), Измайлов С.А. (Санкт-Петербургский государственный университет). Исследование молекулярных механизмов гидратации лигандов в атфазах человека методами молекулярного моделирования и молекулярной динамики 222	222
Гайдуков В.С. Разработка схемы регистрации и обработки сигналов дыхательной активности на базе микроминиатюрного акселерометра..... 223	223
Долгушина Л.В. Государственный университет – учебно-научно-производственный комплекс, Орел). Оценка влияния кожного пигмента меланина на регистрируемые сигналы в лазерной доплеровской флоуметрии 225	225
Домнин К.Г. (Санкт-Петербургский государственный политехнический университет). Исследование пространственного распределения светового поля рассеянного глюкозосодержащими биотканями и их фантомами 226	226
Дрёмин В.В. (Государственный университет – учебно-научно-производственный комплекс, Орел). Исследование влияния содержания меланина в коже на регистрируемые методом флуоресцентной спектроскопии параметры..... 228	228
Карсеев А.Ю. (Санкт-Петербургский государственный политехнический университет). Новые возможности экспресс-контроля жидких, вязких и сыпучих сред ядерно-магнитным спектрометром..... 230	230
Ким Д.В. Динамика цветовых координат цифровых изображений десны человека до и после воздействия полупроводникового лазера с длиной волны 980 нм 232	232
Козырева О.Д. Исследование влияния степени оксигенации крови на сигнал обратного рассеяния излучения при помощи численного моделирования 233	233
Найдёнов Е.В. (Филиал «Национальный исследовательский университет «МЭИ» в г. Смоленске). Разработка микромашинных кибернетических платформ для культивирования саморазвивающихся и функционирующих эндотелиальных капиллярных сетей, сопряженных с организованными в пространстве <i>in vitro</i> микропотоками питательной среды 234	234
Новикова И.Н. (Государственный университет – учебно-научно-производственный комплекс). Исследование тканевого дыхания при холодовой прессорной физиологической пробе..... 235	235
Нуждин К.А. Исследование материалов, применяемых в эндопротезировании 237	237
Подольский М.Д. Разработка схемы бесконтактного датчика электрокардиограммы 239	239
Резникова М.В. Клеточные модели оценки окислительной модификации белков 240	240
Свешникова А.И. (Государственный университет – учебно-научно-производственный комплекс, Орел). Оценка влияния меланина в коже на регистрируемые сигналы в оптической тканевой оксиметрии..... 241	241
Смолин В.А. (Филиал «Национальный исследовательский университет «МЭИ» в г. Смоленске). Разработка устройства для определения степени гидратации биологических тканей в норме и при различных патологиях 243	243
Чайников К.Н. Обработка мягкой биоткани <i>in vitro</i> излучением CO ₂ -лазера с различными скоростями выполнения разреза..... 244	244
Черемискина А.В., Богданова Н.Ю. (Санкт-Петербургский государственный политехнический университет). Метод диэлектрической спектроскопии в исследованиях белковых растворов..... 245	245

Белоусов К.И. (Университет ИТМО), **Кухтевич И.В.** (Университет ИТМО, Институт аналитического приборостроения РАН), **Букатин А.С.** (Институт аналитического