

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИИ  
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
ПРАВИТЕЛЬСТВО НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ  
КОМИССИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО ДЕЛАМ ЮНЕСКО  
НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**МАТЕРИАЛЫ  
54-Й МЕЖДУНАРОДНОЙ  
НАУЧНОЙ СТУДЕНЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ**

**«Студент и научно-технический прогресс»**

**16–20 апреля 2015 г.**

**ФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУКАХ И  
МАТЕРИАЛОВЕДЕНИИ**

**Новосибирск  
2015**

# БИОМЕДИЦИНСКАЯ ФИЗИКА

УДК 544.18

## Расчет спектра флуоресценции молекулы флуоресцеина

Далматова С. А.

Новосибирский государственный университет

Флуоресцеин – одна из наиболее часто используемых флуоресцентных меток на настоящий момент. Молекула флуоресцеина обладает большим квантовым выходом флуоресценции и высокой фотостабильностью. Кроме того, она может быть ковалентно прикреплена к макромолекулам и аминокислотам. Меченые молекулы можно детектировать с высокой чувствительностью, что используется, например, в капиллярном электрофорезе. Красители на основе флуоресцеина, существующие в виде раствора или паров, являются активной средой в импульсных лазерах и в лазерах на красителях непрерывного излучения. Также комплекс флуоресцеина и углеродных нанотрубок можно использовать для исследования влияния УНТ на живые клетки. Поэтому очень важно знать его точные спектры поглощения и флуоресценции. Они могут быть рассчитаны квантовохимическими методами.

Целью данной работы являлось получение спектров комплекса флуоресцеина и углеродной нанотрубки.

В данной работе планировалось рассчитать спектры поглощения и флуоресценции молекулы флуоресцеина. Для расчетов использовалась теория функционала плотности, зависящего от времени (time-dependent density functional theory, TD-DFT). Расчеты проводились в программе Orca\_3.0.1. Полученные спектры сравнивались с экспериментальными данными. При наблюдении корреляции между спектрами возможно проведение расчета спектра комплекса.

Научный руководитель – д-р хим. наук, Булушева Л.Г.

**Свойства самоограниченных комплексов образованных двумя олигонуклеотидами**

Кизилова В. А.

Новосибирский государственный университет

Олигонуклеотиды – короткие синтетические фрагменты нуклеиновых кислот (НК) – применяют для изучения молекулярно-биологических процессов, исследования свойств НК, в биосенсорах и в качестве терапевтических агентов. Данные олигомеры могут образовывать как короткие дуплексные структуры, так и протяженные конкатамерные комплексы, сформированные бимолекулярными комплексами с “липкими концами”. Они находят применение в геномной инженерии и в качестве усилителей сигнала молекулярной гибридизации. При исследовании конкатамерных структур было обнаружено, что введение в центральную часть олигонуклеотидов гибких линкеров приводит к резкому снижению размера комплексов. Целью работы было исследование физико-химических свойств самоограничивающихся комплексов олигонуклеотидов.

Было выдвинуто предположение, что такая структура образована двумя олигонуклеотидами, которые за счет взаимодействия «липких концов» образуют два параллельных дуплекса, аналогичные шпильчатому внутримолекулярному комплексу. Для проверки предположения была построена теоретическая модель, предполагающая, что при добавлении удлиненного олигонуклеотида-стоппера будет происходить “раскрытие” самоограниченного комплекса. Подобраны нуклеотидные последовательности для экспериментальной проверки предложенной модели. Проверку осуществляли методом термической денатурации с оптической регистрацией сигнала и методом задержки в геле при различных соотношениях концентраций самоограниченного комплекса и олигонуклеотида-стоппера. Установлено, что добавление удлиненного олигонуклеотида “раскрывает” самоограниченный комплекс. На основании данных полученных методом задержки в геле установлена молекулярность комплексов олигонуклеотидов.

Результаты работы могут быть использованы при создании наноструктур на основе нуклеиновых кислот, ген-направленных агентов, при создании биосенсоров, а так же имеют фундаментальное значение для понимания механизмов формирования и разнообразия форм вторичных структур нуклеиновых кислот.

Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, Ломзов А. А..

## Исследование радикальных процессов с участием противораковых хинонов и их супрамолекулярных комплексов

Маркова И. Д., Селютина О. Ю., Федотов К.Ю., Покровский М.А.  
Институт химической кинетики и горения им. В.В. Воеводского,  
г.Новосибирск  
Новосибирский государственный университет

В работе исследуются редокс-активные соединения антрахинонового ряда, Q1-Q4, содержащие хелатирующий центр. Целью представленной работы является исследование влияния хелатирования ионов металлов на реакционную способность хинонов, а также повышение растворимости за счет комплексообразования с водорастворимыми олигосахаридами и полисахаридами.

Первой частью работы являлось исследование комплексообразования хинонов с ионами металлов ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$  и  $\text{Fe}^{2+}$ ) и влияния хелатирования на способность хинона образовывать свободные радикалы в фотохимических реакциях. Для изучения радикальных реакций был применен метод химической поляризации ядер (ХПЯ). Показано, что реакционная способность хинонов, обладающих хелатирующей способностью, растет в присутствии ионов металлов. Электрохимические эксперименты показали, что комплексообразование хинона Q1 с ионами металлов приводит к снижению энергетического барьера реакции. Таким образом, образование комплекса хинона с ионом металла стимулирует реакцию переноса электрона и увеличивает выход свободных радикалов. Тестовые испытания хинонов-хелаторов показали высокую степень гибели раковых клеток по сравнению с нехелатирующими хинонами, а также с существующими лекарственными препаратами.

В работе показано повышение водорастворимости за счет комплексообразования хинона с природными олигосахаридами и полисахаридами. Комплексообразование позволило повысить растворимость на несколько порядков.

Научный руководитель — д-р хим. наук, Поляков Н.Э

**Исследование влияния ингибирования транспорта органических анионов на реакцию главных клеток собирательных трубок почки крысы при гипотоническом шоке**

Никифоров П. П.

Новосибирский государственный университет  
Институт цитологии и генетики СО РАН

Клетки эпителия собирательных трубок играют ключевую роль в реабсорбции осмотически свободной воды в почке. Регуляция клеточного объема осуществляется при помощи транспортеров ионных осмолитов и воды. В гипоосмотической среде, клетки набухают и активируется механизм регуляторного снижения объема (RVD), поддерживающий осмотический гомеостаз клетки. В процессе RVD клетки теряют органические осмотически активные вещества. Известно, что пробенецид ингибирует пробенецид зависимые транспортеры органических анионов в клеточной мембране.

Целью данной работы является исследование влияния ингибирования пробенецидом транспорта органических анионов на реакцию главных клеток в собирательных трубках почки крысы при гипотоническом шоке.

Использовался метод, который основывается на гашении флуоресцентного красителя Calcein-AM белком из цитоплазмы. Измерения выхода красителя осуществлялось при помощи ФЭУ-71, сигнал которого регистрировался USB осциллографом Актаком АСК-3102. Применялся комплект светофильтров для получения данных в области спектра эмиссии красителя Calcein. По результатам измерений рассчитывалось изменение клеточного объема.

Полученные результаты показывают, что при ингибировании пробенецидом транспортеров органических анионов, замедляются скорости набухания клетки и реакции RVD.

Научный руководитель – д-р биол. наук, доцент Соленов Е. И.

**Определение хемилюминесцентной активности моноцитов  
в ответ на индукцию мектиллинрезистентными  
штаммами *Staphylococcus Aureus***

Д.И. Тюменцева

Сибирский федеральный университет, г. Красноярск

На сегодняшний момент возросла актуальность применения биофизических методов в медицине, в связи с этим разработан хемилюминесцентный метод, который является безопасным и высокочувствительным методом диагностики воспалительных процессов в организме, его применяют для оценки и регистрации “респираторного взрыва” в клетке. “Респираторный взрыв” - механизм противобактериальной защиты, стимулирующий фагоцитоз и основан на окислении и восстановлении НАДФ, в результате вырабатываются активные формы кислорода. Штаммы *Staphylococcus aureus* являются причиной 90% госпитальных инфекций, что является следствием использования новых антибактериальных препаратов обширного спектра действия, а также – появления мультирезистентных штаммов.

Таким образом, целью работы стало изучение кислородозависимого и независимого фагоцитоза моноцитов при воздействии антибиотикорезистентных и чувствительных штаммов *Staphylococcus aureus*.

В результате проведенного исследования кислородозависимого фагоцитоза было установлено более выраженное усиление активности НАДФН–оксидазы при индукции моноцитов MSSA относительно MRSA и зимозана. При этом суммарная продукция активных форм кислорода в моноцитах индуцированных как MSSA- так и MRSA- не превышает показателей зимозан-индуцированной хемилюминесценции. Исследование кислороднезависимого фагоцитоза моноцитов в ответ на воздействие штаммов *Staphylococcus aureus* показало повышение абсолютного числа фагоцитирующих моноцитов при воздействии MSSA относительно MRSA. Также было обнаружено повышение процентного соотношения сильно фагоцитирующих моноцитов при воздействии MRSA относительно MSSA. На основании приведенных данных можно предположить, что устойчивые штаммы *Staphylococcus aureus* способны активировать более выраженный фагоцитоз моноцитов по сравнению с чувствительными штаммами.

Научный руководитель: доктор биол. наук, доцент О.А. Коленчукова

## **Изучение влияния АДФ и коллагена на микрочастицы крови и их димеры в обогащенной тромбоцитами плазме с помощью сканирующего проточного цитометра**

Чернова Д. Н.

Институт химической кинетики и горения СО РАН  
Новосибирский государственный университет

Микрочастицами крови называют субмикронные фосфолипидные везикулы, которые высвобождаются клетками крови в стрессовых ситуациях и принимают активное участие в различных физиологических процессах. Считается, что микрочастицы обладают коагуляционным потенциалом и способствуют агрегации тромбоцитов. В силу этого, характеристики микрочастиц могут косвенно отражать особенности протекания процессов свертывания крови и выступать в качестве маркеров заболеваний, связанных с дисфункцией тромбоцитов и нарушениями коагуляции. Однако до сих пор детальных исследований микрочастиц, образующихся при активации тромбоцитов, проводилось не так много.

Проводимые нами исследования заключались в изучении свойств микрочастиц в ходе активации тромбоцитов с помощью АДФ и коллагена. Анализ микрочастиц и тромбоцитов в обогащенной тромбоцитами плазме крови проводился с помощью сканирующего проточного цитометра. Идентификация и характеристика частиц осуществлялась с помощью ранее разработанного нами метода на основе решения обратной задачи светорассеяния, который позволяет отделить сферические микрочастицы и их димеры от тромбоцитов без использования флуоресцентных меток, а также с высокой точностью определить размер и показатель преломления отдельных частиц в исследуемых образцах.

В результате исследования мы обнаружили, что АДФ и коллаген оказывают значительное воздействие на характеристики микрочастиц и, в первую очередь, на их количество. При активации тромбоцитов также наблюдалось образование различных фракций микрочастиц, отличающихся по размеру и показателю преломления по сравнению с контрольными образцами. В будущем, отслеживание динамики изменения параметров микрочастиц и тромбоцитов с помощью данного подхода может позволить диагностировать целый ряд заболеваний, связанных с нарушением коагуляции крови.

Научные руководители – д.физ.-мат.наук Мальцев В.П., Конохова А.И.

## **Возможность идентифицировать бактерии разных типов по данным светорассеяния**

Мирошниченко Е. С.

Новосибирский государственный университет  
Институт химической кинетики и горения им. В. В. Воеводского СО РАН,  
г. Новосибирск

Ежедневно на молочных заводах РФ производятся тысячи тонн кисломолочных продуктов, каждая партия которых требует проверки на предмет микробиологического загрязнения патогенными и условно-патогенными микроорганизмами, как основного критерия соответствия готовой продукции требованиям микробиологической безопасности и качества. Используемые методы микробиологического контроля, как правило, требуют выращивания на питательных средах и в среднем занимают не менее 18 часов. Поэтому продукты с коротким сроком реализации часто выпускают в продажу, не дожидаясь результатов анализов, что приводит к случаям отравления молочными продуктами.

В связи с этим актуальной проблемой является разработка экспресс-методов идентификации, классификации и характеристики функциональных и патогенных микроорганизмов в кисломолочной продукции, который может иметь применение на реальном производстве.

Решение вышеописанной проблемы потенциально может быть осуществлено с использованием современных методов оптического анализа биологических дисперсных сред, а именно сканирующей проточной цитометрии (СПЦ). Поскольку бифидо-, лакто-бактерии и другие представители микрофлоры молочных продуктов, в зависимости от условий могут иметь форму сфер, палочек и другие формы, целью данной работы было исследование возможности применения метода СПЦ для идентификации бактерий, различающихся по именно по морфологическим характеристикам. В качестве одного из подходов к решению данной задачи по данным светорассеяния является разработка метода на основании решения обратной задачи светорассеяния. Используя несколько оптических моделей, предлагается насчитать соответствующие базы данных сигналов светорассеяния в физиологических диапазонах характеристик клеток, разработать алгоритм и подобрать некоторые статистические критерии, который по результатам обработки предложенными моделями позволяли бы наиболее достоверным образом классифицировать бактерии по их форме.

Научный руководитель – Конохова А. И.



## **Исследование бактерий, инфицированных бактериофагом методами проточной цитометрии**

Бронников К. А.

Новосибирский государственный университет

Институт химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН

Терапия инфекционных бактериальных заболеваний бактериофагами является хорошей альтернативой терапии антибиотиками, не имеющей при этом ряда существенных негативных эффектов, присущих последней. Представляется необходимым всестороннее исследование процесса бактериофаг-бактериального взаимодействия. Было проведено изучение этого процесса с использованием проточного цитометра с момента добавления литического бактериофага SA20 к культуре бактерий *Staphylococcus aureus* и до полного лизиса бактериальных клеток. По полученным данным выделены следующие стадии: латентный период, проникновение ДНК фага внутрь бактерий, наработка дочерних фаговых частиц и последующий выход их из клетки вместе с ее разрушением. Обнаружено различие (существенно меняющееся со временем) в окраске флуоресцентным красителем DAPI бактерий культуры. Мы интерпретируем это как следствие истончения клеточной оболочки под воздействием ферментов фаговых частиц, а также дополнительным вкладом ДНК фага в интенсивность флуоресценции. Наблюдалось относительное уменьшение размеров регистрируемых бактериальных частиц в первые 30 минут после добавления фага, что свидетельствует о распаде крупных агрегатов клеток под воздействием фаговых частиц.

Научный руководитель – канд. биол. наук Морозова В. В.

## **Развитие спектрального метода для характеристики микрочастиц с помощью сканирующего проточного цитометра.**

Романов А.В.

Новосибирский государственный университет

Институт химической кинетики и горения им. В.В. Воеводского, г.

Новосибирск

Как известно, обратная задача светорассеяния не имеет точного аналитического решения. Тем не менее, задача определения размера и показателя преломления из зависимости интенсивности рассеяния от полярного угла рассеивающей сферической однородной частицы существует во многих областях.

На данный момент существуют два подхода к решению этой задачи: метод подгонки экспериментальных данных с помощью теории Ми и спектральный метод. Последний обладает такими преимуществами как, высокая скорость выполнения и однозначность результатов, но требует определенной априорной информации о параметрах рассеивающей частицы, так как имеет ограниченную область применения. Более того, на данный момент этот метод позволяет определить только размер.

Цель работы состоит в том, чтобы разработать алгоритм способный определять размер и показатель преломления в некоторой наперед известной области, имея только индикатрису светорассеяния (зависимость интенсивности рассеяния от полярного угла).

В настоящей работе была изучена и частично обращена зависимость положения и амплитуды пика (как нормированной, так и абсолютной) в преобразовании Фурье (ДПФ) индикатрисы от размера и показателя преломления рассеивающей частицы.

В ходе работы произведен численный расчет базы индикатрис с использованием теории Ми. От каждой индикатрисы было взято ДПФ. Таким образом, всякой индикатрисе поставлено в соответствие 4 параметра: размер, показатель преломления, позиция пика в ДПФ, амплитуда пика. Были поточечно построены две трехмерных поверхности: показатель преломления в зависимости от амплитуды и позиции пика, размер в зависимости от амплитуды и позиции пика. Для каждой определена область однозначности, которая впоследствии была интерполирована.

Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук. Юркин М. А.

## **Характеризация популяции тромбоцитов крови человека без использования флуоресцентных зондов**

Литвиненко А. Л.

Новосибирский государственный университет

Нарушения гемостаза зачастую связывают с очень серьёзными патологиями, оказывающими влияние на весь организм. Одним из механизмов поддержания гемостаза при нарушении целостности сосудов является способность крови сворачиваться. Этот процесс является достаточно сложным и состоящим из нескольких стадий с вовлечением выделения различных веществ в кровоток и участием форменных элементов крови, таких как тромбоциты и эритроциты.

Тромбоциты крови человека участвуют в одной из начальных стадий свёртываемости крови, а именно в образовании первичного( белого) тромба. На скорость образования первичного тромба влияет не только концентрация тромбоцитов плазме крови, но и способность тромбоцитов активироваться, то есть переходить в состояние, в котором возможна адгезия тромбоцитов к стенке сосуда. Целью данной работы является характеристика популяции тромбоцитов по способности отвечать на АДФ.

Экспериментальная работа проводилась с использованием сканирующего проточного цитометра. Данный прибор регистрирует индикатрису светорассеяния от исследуемой частицы в диапазоне углов от 10 до 70 градусов. После решения обратной задачи светорассеяния, можно получить данные о форме каждого измеренного тромбоцита с достаточной точностью. Достоинством метода является возможность исследовать большое количество тромбоцитов за сравнительно небольшое время. В результате было получено распределение тромбоцитов по форме в нативном состоянии, а также после активации АДФ и проанализированы данные распределения.

Полученные результаты могут помочь в оценке рисков послеоперационных осложнений при операциях на сосудах, а так же подборе более специфично антикоагулянтной терапии для каждого пациента.

Научный руководитель: канд. физ.-мат. наук Некрасов В. М.

## Пятьдесят четыре характеристики эритроцитов. Сканирующая проточная цитометрия.

Е. С. Чернышова

Институт химической кинетики и горения им. В.В.Воеводского СО РАН  
Новосибирский государственный университет

Определение морфологии и функциональных свойств эритроцитов играет важную роль в диагностике многих заболеваний, таких как анемия, наследственный сфероцитоз, наследственной овалоцитоз, серповидноклеточная анемия, и миелопролиферативные заболевания. Следовательно, увеличение количества клинически значимых параметров способствует детальной характеристике состояния здоровья человека. К сожалению, современные гематологические анализаторы не могут измерить такие характеристики эритроцитов как площадь поверхности, индекс сферичности, анионная проницаемость и т.д. Для развития лабораторной гематологии в этом направлении мы с использованием сканирующей проточной цитометрии и с усовершенствованной оптической моделью эритроцита описали популяции эритроцитов.

Исследования клеток проводились при 22° С в течение трех часов после забора крови методом изотонического гемолиза в растворе хлорида аммония, который позволяет изучать кинетику процесса и соответствующие параметры эритроцитов. В качестве образцов бралась венозная кровь пациентов в антикоагулянтном растворе EDTA. Эксперименты проводилось на оригинальном сканирующем проточном цитометре, способном регистрировать угловые зависимости (индикатрисы) светорассеяния от одиночных клеток, находящиеся в водном потоке, со скоростью до 1000 клеток в секунду.

Для каждого профиля светорассеяния от одиночного эритроцита путем решения обратной задачи были получены следующие характеристики: объем, площадь поверхности, диаметр, толщины, показатель преломления, концентрация и содержание гемоглобина. Так же были рассчитаны производные параметры: анионная проницаемости и эластичность эритроцитов. В результате, из экспериментальных данных были получены пятьдесят четыре параметра популяции эритроцитов (средние значение, стандартное отклонение и коэффициент асимметрии). Согласие значений объема и гемоглобина полученные на СПЦ в хорошем согласии с гематологическим анализатором Sysmex XT-4000i.

Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук А. В. Чернышев.

## Разработка алгоритмов обработки данных, полученных при секвенировании фрагментов ДНК

Горностаева Е. В.

Новосибирский государственный университет

Технологии массового параллельного секвенирования произвели настоящую революцию в клинической медицине и фундаментальных исследованиях благодаря способности генерировать миллиарды нуклеотидов за один эксперимент значительно быстрее и дешевле традиционного секвенирования по Сэнгеру. К сожалению, точность таких платформ секвенирования ~99%. Секвенируя миллиарды оснований, ошибка в 1% может привести к миллиону неправильно встроенных нуклеотидов. Для поиска наследственных мутаций при хорошем покрытии, эти ошибки незначительны. Однако, при поиске соматических мутаций ошибки, возникшие в результате пробоподготовки и секвенирования, становятся большой проблемой. В этом случае необходимо разрабатывать новые подходы для анализа данных секвенирования.

В данной работе был создан алгоритм для анализа данных, полученных на платформе Ion Torrent (Life Technologies). Этот генетический анализатор основан на полупроводниковой технологии секвенирования, где в качестве сигнала регистрируются протоны, высвобождаемые в результате синтеза цепи ДНК в процессе секвенирования. Основной проблемой данной платформы, является секвенирование гомополимерных участков, что может приводить к возникновению специфических ошибок. Идея алгоритма для анализа таких данных заключается в том, чтобы анализировать семейства ДНК последовательностей, образующихся в ходе ПЦР-амплификации определенным образом, и сравнивать их на наличие ошибочно встроенных нуклеотидов внутри семейства. Результатом такого анализа семейств являются консенсусные последовательности, которые в процессе обработки сравниваются с референсным геномом.

Написана программа на языке *perl* и её работа проверена на тестовых данных. Также проведен эксперимент, в котором было получено ~8000 семейств, однако количество последовательностей в семействах составило 1-10, что не позволило произвести данный анализ для большинства групп. В настоящее время, проводится работа по изменению этапа пробоподготовки для наработки последовательностей в семействе.

Научный руководитель – д-р биол. наук Коваленко С. П.

**Развитие математической модели “attenuation map” для учета поглощения гамма излучения при обследовании пациентов методом ОФЭКТ в кардиологии**

Ондар М. М.

Новосибирский государственный технический университет

Методы однофотонной эмиссионной компьютерной томографии относятся к современным технологиям получения медицинских изображений. В медицине при исследовании пациентов с помощью результатов томографии возникает много проблем, требующих разрешения – появление артефактов на изображении, проблема определения точных границ поражений, выявление поражений малых размеров. Артефакты, появляющиеся на реконструированных изображениях из-за ослабления гамма излучения в биологических тканях, являются серьезной проблемой метода ОФЭКТ в кардиологии и могут приводить к установлению ложноположительных диагнозов. Поэтому необходимо учитывать пространственное распределение коэффициентов поглощения. С этой целью в данной работе была разработана математическая модель, описывающая распределение коэффициента поглощения гамма излучения в органах грудной клетки пациента. Моделирование осуществлялось с учетом данных компьютерной томографии, полученных в Новосибирском институте патологии кровообращения им. Е.Н. Мешалкина. Представленная в данной работе 3D «карта поглощения» разработана для гамма фотонов с энергией 140 кэВ, соответствующих излучению радиофармацевтического препарата  $^{99m}\text{Tc}$  - МВВ, используемого при исследовании перфузии миокарда.

---

Научный руководитель - д-р физ.-мат. наук Н. В. Денисова

## Расчет напряженно-деформированного состояния модельных фрагментов губчатой костной ткани

Ластовкина Е. Н.

Томский государственный университет

Механическая совместимость имплантата и костной ткани является необходимым условием поведения системы «кость-имплантат» как единого целого. Одной из основных причин расшатывания имплантата *in vivo* является резорбция костной ткани на границе с имплантатом вследствие отличия их механических характеристик.

Кость состоит из двух типов тканей: компактной и губчатой костных тканей. Губчатая костная ткань представлена совокупностью трабекул, расположенных закономерно прикладываемым к кости нагрузкам. Вследствие этого каждый участок губчатой кости обладает своей анизотропной структурой и свойствами.

Для разработки и подбора индивидуальных механически совместимых с костной тканью имплантатов актуальным является исследование механического поведения самой костной ткани с учетом ее анизотропной структуры и определение эффективных механических характеристик.

Целями данной работы являлись построение модели микроструктуры фрагментов губчатой костной ткани с учетом направленности расположения костных трабекул и расчет их напряженно-деформированного состояния (НДС) при осевом сжатии.

В качестве структурной единицы компьютерной модели микроструктуры фрагмента кости рассматривался трабекулярный узел, содержащий главные и второстепенные трабекулы, расположенные перпендикулярно друг относительно друга. Трабекулярный узел строился на основе представленных в литературе экспериментально полученных параметров эллипса структуры природных фрагментов кости и значений средних толщин трабекул. Вся модель фрагмента кости представляла собой набор трабекулярных узлов, расположенных с учетом угла, соответствующего направлению главных трабекул в природной кости.

Проведен расчет НДС модельных фрагментов губчатой костной ткани при осевом сжатии.

Анализ НДС модельных фрагментов губчатой костной ткани в дальнейшем позволит разработать рекомендации по созданию и подбору имплантатов, механически совместимых с костной тканью.

Научный руководитель – д-р физ.-мат. наук Колмакова Т. В.

## **Низкотемпературный микроплазмотрон для биомедицинских применений**

Пазыл А. С., Усенов Е. А., Досболаев М. К., Рамазанов Т. С.  
Национальная нанотехнологическая лаборатория открытого типа

Холодная плазма атмосферного давления на сегодняшний день широко исследуется с целью применения в медицине, в химической промышленности, в биотехнологии и нанотехнологии. Основным видом разряда, который позволяет получить низкотемпературную плазму без применения разряженного газа является диэлектрический барьерный разряд. Недавние результаты применения для лечения живых клеток и тканей показали большую перспективу использования холодной плазмы в медицине. Тем не менее, до сих пор результаты, полученные в биомедицинских приложениях, находятся на предварительных этапах.

В данной работе приведены результаты исследований холодной плазмы атмосферного давления, полученной с помощью источника плазмы струйного типа (plasma jet). Для этого был собран экспериментальный стенд на основе микроплазмотрона, использующий поток гелия для генерации холодной плазмы. Были исследованы электрические свойства и режимы генерации плазмы с помощью динамической вольтамперной характеристики. Была исследована зависимость длины плазменной струи в зависимости от потока гелия. С помощью калориметра была оценена температура плазменного потока в зависимости от мощности разряда и скорости газового потока.

Результаты исследования показали, что плазма, генерируемая с помощью микроплазмотрона имеет низкую температуру и может быть применена для дальнейших исследований взаимодействия потока плазмы с живыми клетками.

Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, ВНС М. К. Досболаев



**Статистический анализ матриц возбуждения-эмиссии для метода лазерно-индуцированной флуоресценции**

Папаева Е. О.

ИТПМ СО РАН

Новосибирский государственный университет

Благодаря бурному развитию вычислительной техники, все большую популярность для статистического анализа сложных массивов данных набирает метод главных компонент. Данный способ позволяет значительно уменьшить размерность данных, перейдя к новому ортогональному базису, оси которого ориентированы по направлениям максимальной дисперсии набора входных данных. В флуоресцентной спектроскопии метод главных компонент используется для экспресс-анализа спектров исследуемых образцов, однако он применяется только для описания статистических различий образцов с неизвестным составом. При этом спектры главных компонент имеют знакопеременную форму, что не позволяет сравнивать их с реальными веществами и устанавливать точный состав образца.

Целью данной работы являлась демонстрация возможностей метода главных компонент для расчета непосредственно спектров флуоресценции и возбуждения неизвестных веществ в оптически тонком образце. В качестве объекта исследований были взяты смеси флуоресцентных красителей, в том числе смеси родамина, флуоресцеина и этакридина лактата. Метод главных компонент, основанный на алгоритме NIPALS (non-linear iterative partial least squares), был модифицирован следующим образом. Число главных компонент задавалось изначально, и каждая главная компонента поочередно пересчитывалась на протяжении нескольких итераций для сформированного разностного тензора с учётом остальных вычисленных компонент. Эти модификации способствовали переходу от знакопеременных спектров к положительным, соответствующим спектрам реальных веществ.

В результате проделанной работы установлено, что с помощью модифицированного алгоритма NIPALS, пересчитывающего и уточняющего спектры, можно вычислять положительные спектры основных флуоресцирующих компонент в оптически тонких образцах. На примере смесей флуоресцентных красителей показано, что данный способ расчета спектров главных компонент позволяет сравнивать их со спектрами реальных флуорофоров и идентифицировать компоненты смесей.

**Динамика сенсомоторных реакций человека при различных уровнях геомагнитной активности**

Афанасьева Ю. А.

Национальный исследовательский Томский государственный университет

Установлено, что флуктуации фоновых магнитных полей, возникающие в периоды магнитных бурь, могут являться причиной выраженных нарушений функционирования основных регуляторных систем организма человека, таких как нервная и сердечно - сосудистая система, что, в свою очередь, может приводить к снижению резистентности организма к различным заболеваниям. Одним из показателей функционального состояния ЦНС являются психофизиологические реакции, в частности сенсомоторные. Поэтому по их динамике можно достаточно корректно оценить воздействие внешних факторов на человека.

Для определения психофизиологических параметров в зависимости от уровня магнитовозмущенности была использована информационная система «Локальный универсальный мониторинг».

Проведены исследования психофизических показателей функционального состояния организма человека при различных уровнях геомагнитной возмущенности, для различных возрастных групп волонтеров, в геофизически отличающихся районах (г. Томск и Республика Алтай). В ходе работы было установлено, что время реакции зависит от уровня геомагнитной активности. При этом минимальные значения времени реакции наблюдаются в условиях невозмущенного геомагнитного поля, в то время как в периоды магнитных бурь они достигают максимальных величин. По оценкам характеристик сенсомоторных реакций для различных возрастных выборок волонтеров выявлено, что время реакции на акустический стимул у волонтеров старше 50 лет в среднем больше времени реакции волонтеров младше 25 лет в 1,3 раза, а на визуальный в 1,15 раза. При этом общая тенденция изменения времени сенсомоторных реакций в зависимости от уровня геомагнитной возмущенности одинакова для всех возрастных категорий. Также было показано, что время сенсомоторных реакций в условиях естественных локальных аномалий, характеризующихся пространственно неоднородным магнитным полем (при невозмущенных уровнях), идентично аналогичным показателям при повышенном уровне геомагнитной активности.

Таким образом, выявлено, что уровень геомагнитной возмущенности оказывает существенное влияние на временные показатели основных сенсомоторных реакций человека

Научный руководитель – канд. биол. наук, доцент С.В. Побаченко