

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
КРАСНОЯРСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ



**СЛОЖНЫЕ СИСТЕМЫ  
В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ**

**THE COMPLEX SYSTEMS  
UNDER EXTREME CONDITIONS**

Тезисы докладов XVIII Всероссийского симпозиума  
с международным участием  
8–14 августа 2016 г.

*Электронное издание*

Красноярск  
СФУ  
2016

© КНЦ СО РАН, 2016  
© Сибирский федеральный  
университет, 2016

ISBN 978-5-7638-3531-1

УДК 614.8(063)  
ББК Е081я43  
С487

Ответственные редакторы: **Хлебопрос Рема Григорьевич**  
**Суховольский Владислав Григорьевич**  
**Крюкова Ольга Витальевна**

**С487 Сложные системы в экстремальных условиях** : тез. докл. XVIII Всерос. симпозиума с междунар. участием ; отв. ред. Р. Г. Хлебопрос, В. Г. Суховольский, О. В. Крюкова. – Электрон. дан. (9,6 Мб). – Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2016. – 1 электрон. опт. диск. (CD-Rom). – Систем. требования : PC не ниже класса Pentium I ; 128 Mb Ram ; Windows 98/XP/7 ; Adobe Reader v 8.0 и выше. – Загл. с экрана.

ISBN 978-5-7638-3531-1

Рассмотрены проблемы функционирования сложных систем (физических, химических, биологических, экологических, медицинских, сельскохозяйственных, социально-экономических, образовательных, технических, языковых, информационных, систем культуры и искусства) на разных уровнях организации по следующим основным направлениям: методы описания и моделирования сложных систем; устойчивость сложных систем; поведение сложных систем в экстремальных условиях; риск деградации сложных систем в экстремальных условиях; проблемы динамики сложных систем северных территорий.

**УДК 614.8(063)**  
**ББК Е081я43**

*Электронное научное издание*

Корректурa и компьютерная верстка *Ю. И. Молоковой*

Подписано в свет 03.08.2016. Заказ № 2476  
Тиражируется на машиночитаемых носителях

Библиотечно-издательский комплекс  
Сибирского федерального университета  
660041, г. Красноярск, пр. Свободный, 82а  
Тел. (391) 206-26-67; <http://bik.sfu-kras.ru>  
E-mail: [publishing\\_house@sfu-kras.ru](mailto:publishing_house@sfu-kras.ru)

## Содержание

П. В. Артюшенко, Ф. Н. Томилин ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ФАКТОРОВ СРЕДЫ НА УСТОЙЧИВОСТЬ МОЛЕКУЛ ФЕРОМОНОВ ЧЕШУЕКРЫЛЫХ НАСЕКОМЫХ КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ.....	10
Ш. А. Ахмедова, Е. С. Семенкин ОПТИМИЗАЦИЯ И МОДЕЛИРОВАНИЕ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ КОЛЛЕКТИВНЫМИ БИОНИЧЕСКИМИ АЛГОРИТМАМИ.....	11
К. П. Базарин, А. А. Савченко ОСОБЕННОСТИ ВЛИЯНИЯ ВНЕШНИХ ФАКТОРОВ НА МЕТАБОЛИЗМ НЕЙТРОФИЛЬНЫХ ГРАНУЛОЦИТОВ КРОВИ У КВАЛИФИЦИРОВАННЫХ СПОРТСМЕНОВ .....	12
А. В. Барон, Н. Г. Максимов, Е. В. Инжеваткин, М. Б. Волкова, А. П. Пузырь, В. С. Бондарь ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ЭПР ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАНОАЛМАЗОВ В БИОЛОГИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛАХ.....	13
Е. А. Бежитская, С. С. Бежитский МНОГОАГЕНТНЫЙ ПОДХОД КАК СПОСОБ САМООРГАНИЗАЦИИ АЛГОРИТМОВ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ПОИСКА БЛУЖДАЮЩЕГО ЭКСТРЕМУМА В ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ .....	14
В. Д. Беленюк, А. В. Мошев, А. А. Савченко, А. Г. Борисов, Д. В. Черданцев, О. В. Первова, В. А. Шапкина ФЕНОТИПИЧЕСКИЙ СОСТАВ Т- И В-ЛИМФОЦИТОВ БОЛЬНЫХ РАСПРОСТРАНЕННЫМ ГНОЙНЫМ ПЕРИТОНИТОМ.....	15
С. Б. Белецкий ЯЗЫК И КОММУНИКАЦИЯ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ.....	16
Е. В. Бодякин, С. А. Перетокин ОЦЕНКА СЕЙСМИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ СЕЙСМИЧЕСКОГО МИКРОРАЙОНИРОВАНИЯ.....	17
А. В. Болдырева, О. В. Крюкова, В. Г. Пахомова, К. В. Шадрин ВЛИЯНИЕ ЭКСПОЗИЦИИ СВЕРХВЫСОКОЧАСТОТНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ФОРМЕННЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ КРОВИ У КРЫС .....	18
А. Г. Борисов, А. А. Савченко, Д. В. Родина, В. В. Цуканов ОСОБЕННОСТИ СИНТЕЗА ИНТЕРФЕРОНА- $\gamma$ И ФАКТОРА НЕКРОЗА ОПУХОЛИ- $\alpha$ У БОЛЬНЫХ ОСТРЫМ ВИРУСНЫМ ГЕПАТИТОМ В .....	19
С. А. Борисов, М. В. Маценко, Э. В. Каспаров, А. А. Савченко ОСОБЕННОСТИ КЛИНИЧЕСКИХ ПРОЯВЛЕНИЙ ИММУНОПАТОЛОГИЧЕСКИХ СОСТОЯНИЙ У БОЛЬНЫХ С ПРОЛЕЖНЯМИ .....	20

М. С. Бухтояров, А.А. Бухтоярова	
ЭЛЕКТРОННЫЙ КУРС КАК СЛОЖНАЯ СИСТЕМА: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ УЧЕБНОЙ АНАЛИТИКИ И ГЛУБИННОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ В ОБРАЗОВАНИИ.....	21
А. А. Быков, Е. В. Винников, А. А. Шеломенцев	
РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ГИДРОФИЗИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА НА ОСНОВЕ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОЦЕНКИ ИСТОЧНИКА ЦУНАМИ .....	22
О. А. Вшивкова	
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ЧИСЛЕННОСТИ ТАЕЖНОГО КЛЕЩА ( <i>IXODES PERSULCATUS</i> ) КАК ПОПУЛЯЦИОННОЙ СИСТЕМЫ С ИЗЪЯТИЕМ .....	23
Е. А. Галькова	
АЛГОРИТМ ОПТИМАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СТОИМОСТЕЙ МЕЖДУ РАЗЛИЧНЫМИ ПО ПРЕСТИЖНОСТИ ЧАСТЯМИ НЕДВИЖИМОСТИ .....	24
И. И. Гвоздев, А. А. Савченко, А. Г. Борисов, Д. В. Черданцев, О. В. Первова, В. А. Шапкина	
АКТИВНОСТЬ РЕСПИРАТОРНОГО ВЗРЫВА НЕЙТРОФИЛЬНЫХ ГРАНУЛОЦИТОВ КРОВИ У БОЛЬНЫХ ПРИ РАЗНОЙ СТЕПЕНИ ТЯЖЕСТИ РАСПРОСТРАНЕННОГО ГНОЙНОГО ПЕРИТОНИТА .....	25
Е. Е. Гиричева	
ПРОСТРАНСТВЕННАЯ НЕОДНОРОДНОСТЬ ПОПУЛЯЦИЙ В МОДЕЛИ ПЛАНКТОННОГО СООБЩЕСТВА .....	26
Ю. Л. Гуревич, О. А. Баюков, Ю. И. Маньков, С. В. Марков, Э. А. Петраковская, А. С. Романченко, О. П. Стебелева, М. И. Теремова, О. В. Цибина, Р. Г. Хлебопрос	
МОДЕЛИРОВАНИЕ СИНТЕЗА ФЕРРИГИДРИТА: ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ.....	27
Н. Г. Елманова, О. В. Смирнова, Н. М. Титова	
ОСОБЕННОСТИ КЛЕТОЧНОГО ИММУНИТЕТА У БОЛЬНЫХ МЕХАНИЧЕСКОЙ ЖЕЛТУХОЙ ДОБРОКАЧЕСТВЕННОГО ГЕНЕЗА С УРОВНЕМ БИЛИРУБИНА БОЛЕЕ 200 МКМОЛЬ/Л .....	28
О. Л. Жданова, Е. Я. Фрисман	
ПРОЯВЛЕНИЕ МУЛЬТИРЕЖИМНОСТИ И МУЛЬТИСТАБИЛЬНОСТИ В ПРОСТЕЙШЕЙ ЭКОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ЭВОЛЮЦИИ ПОПУЛЯЦИЙ .....	29
Е. Н. Захарова, Г. В. Рублев	
ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ КОРПОРАТИВНОЙ СОЦИАЛЬНОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТИ.....	30
В. Е. Захватаев	
МЕМБРАННАЯ МОДЕЛЬ БИОЛОГИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ НИЗКОИНТЕНСИВНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ В ОКРЕСТНОСТИ ФАЗОВОГО ПЕРЕХОДА ЛИПИДОВ .....	31

В. И. Зоркальцев	
ПРОБЛЕМА ВЫБОРА НАИЛУЧШЕГО НАЧАЛА ХОЗЯЙСТВЕННОГО ГОДА.....	32
А. А. Кабанов	
МОНИТОРИНГ СЕЙСМИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ ТЕРРИТОРИИ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ И ПРИЛЕГАЮЩИХ ТЕРРИТОРИЙ.....	37
И. В. Казаков, А. Н. Мацулев, К. В. Симонов	
ВЫДЕЛЕНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ В ДАННЫХ О ПРЕДВЕСТНИКАХ СИЛЬНЫХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ .....	38
В. Б. Кашкин	
ТРИГТЕРНЫЙ ЭФФЕКТ ПРИ ЯПОНСКОМ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИИ 11 МАРТА 2011 г.....	39
В. Б. Кашкин, Е. С. Дюбо, Т. В. Рублева, Е. Г. Швецов	
ИЗМЕНЕНИЕ МЕТАНА В АТМОСФЕРЕ ВО ВРЕМЯ СЕЙСМИЧЕСКИХ СОБЫТИЙ 2011 И 2012 ГГ. В ТУВЕ .....	40
В. Б. Кашкин, Т. В. Рублева, Р. В. Одинцов	
АТМОСФЕРНЫЕ ЭФФЕКТЫ ПРИ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИИ В ЯПОНИИ (2011 г.) ПО ДАННЫМ КОСМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА .....	41
Л. В. Кашкина, Т. Ю. Емельянова, О. П. Стебелева, Э. А. Петраковская, И. В. Немцев, А. В. Черепахин	
ЭФФЕКТЫ СЕГРЕГАЦИИ ПРИ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОМ КАВИТАЦИОННОМ ВОЗДЕЙСТВИИ НА НАНОСТРУКТУРИРОВАННУЮ ВОДОУГОЛЬНУЮ СУСПЕНЗИЮ .....	42
Е. А. Колбина, Е. Я. Фрисман	
ИЗУЧЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ПОСЛЕДСТВИЙ ОПТИМАЛЬНОГО ПРОМЫСЛА НА ПРИМЕРЕ МЕНДЕЛЕВСКОЙ ПОПУЛЯЦИИ .....	43
А. Н. Колобов, Е. Я. Фрисман	
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ САМОИЗРЕЖИВАНИЯ В ОДНОВОЗРАСТНЫХ ДРЕВОСТОЯХ ....	44
А. Н. Колобов, М. Ю. Хавинсон	
АГЕНТ-ОРИЕНТИРОВАННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КОЛЕБАТЕЛЬНОЙ ДИНАМИКИ ЧИСЛЕННОСТИ ЗАНЯТОГО НАСЕЛЕНИЯ .....	45
Ю. В. Коловский	
МЕТОДОЛОГИЯ КОГНИТИВНОГО КОНТРОЛЯ ПОВЕДЕНИЯ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ.....	46
А. Ф. Копылов, В. Ф. Пьянков, О. В. Крюкова	
УСТАНОВКА 915 МГц ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	47

Н. О. Кудря, К. В. Симонов	
ОЦЕНКА НАКАТА КАТАСТРОФИЧЕСКИХ ВОЛН С УЧЕТОМ ЕЕ КРУТИЗНЫ .....	48
Н. С. Кудряшева, Т. В. Рожко, А. С. Петрова, О. А. Гусейнов	
АКТИВАЦИЯ И ИНГИБИРОВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ПОД ДЕЙСТВИЕМ НИЗКОДОЗОВОЙ РАДИАЦИИ. БИОЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЙ МОНИТОРИНГ .....	49
М. П. Кулаков	
МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ЛИНЕЙНЫХ ЦЕПОЧЕК ПОПУЛЯЦИЙ: ЭФФЕКТЫ КЛАСТЕРИЗАЦИИ И СИНХРОНИЗАЦИИ .....	50
М. П. Кулаков, М. Ю. Хавинсон	
МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ЧИСЛЕННОСТИ НАСЕЛЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ ФЕДЕРАЛЬНЫХ ОКРУГОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ: ГРАВИТАЦИОННЫЙ ПОДХОД.....	51
М. А. Курако, А. С. Кругляков, К. Матросов, К. В. Симонов	
АЛГОРИТМЫ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ СЕЙСМИЧЕСКОЙ ТОМОГРАФИИ И СКВАЖИННЫХ НАБЛЮДЕНИЙ .....	52
М. И. Лесовская	
РАДИКАЛ-ОБРАЗУЮЩАЯ АКТИВНОСТЬ КРОВИ КАК МАРКЁР АДАПТАЦИОННОГО РЕЗЕРВА ОРГАНИЗМА .....	53
Г. В. Макарская, С. В. Тарских	
ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ КЛЕТОК СИСТЕМЫ НЕСПЕЦИФИЧЕСКОЙ РЕЗИСТЕНТНОСТИ РЫБ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ УРОВНЯ ВОДОПОПОЛНЕНИЯ КРАСНОЯРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА .....	54
Г. В. Макарская, С. В. Тарских, С. В. Марков, Ю. И. Маньков, Ю. Л. Гуревич	
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДИСПЕРСНОЙ СТРУКТУРЫ ЗОЛЯ ФЕРРИГИДРИТА НА ГЕНЕРАЦИЮ АФК В КРОВИ И РАЗЛОЖЕНИЕ ПЕРЕКИСИ ВОДОРОДА В ВОДЕ.....	55
Г. В. Макарская, С. В. Тарских, В. Г. Пахомова, К. В. Шадрин, Ю. Л. Гуревич	
АНАЛИЗ ЦИТОТОКСИЧНОСТИ НАНОЧАСТИЦ БИОГЕННОГО ФЕРРИГИДРИТА .....	56
О. Л. Москаленко, А. С. Пуликов	
ВЗАИМОСВЯЗЬ ПРОФИЛЯ ПОЛУШАРНОЙ АСИММЕТРИИ С АДАПТАЦИОННЫМ ПОТЕНЦИАЛОМ У ЮНОШЕЙ .....	57
А. В. Мошев, А. А. Савченко, А. Г. Борисов, А. А. Модестов, И. И. Гвоздев	
ФЕНОТИП И СОСТОЯНИЕ РЕСПИРАТОРНОГО ВЗРЫВА МОНОЦИТОВ У БОЛЬНЫХ РАКОМ ПОЧЕК .....	58
Г. П. Неверова, Р. Г. Хлебопрос	
ДИНАМИЧЕСКИЕ РЕЖИМЫ ПОПУЛЯЦИОННОЙ МОДЕЛИ, УЧИТЫВАЮЩЕЙ ЭФФЕКТ ОЛЛИ.....	59

И. А. Ольховский	
АУТОФАГИЯ И СЕНИЛЬНОСТЬ В АДАПТАЦИИ К СТРЕССУ .....	60
А. С. Панин, С. А. Перетокин, И. Р. Худобердин	
ОЦЕНКИ ПРИРАЩЕНИЯ ИНТЕНСИВНОСТИ СОТряСЕНИЙ ГРУНТОВ ОТ СЕЙСМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ ДЛЯ ПРОТЯЖЕННОГО ОБЪЕКТА .....	61
В. Г. Пахомова, А. П. Рупенко	
ВЛИЯНИЕ НОРМОБАРИЧЕСКОЙ И ГИСТОТОКСИЧЕСКОЙ ГИПОКСИИ IN VITRO НА ИЗОЛИРОВАННУЮ ПЕРФУЗИРУЕМУЮ ПЕЧЕНЬ КРЫСЫ .....	62
А. П. Пузырь, С. Е. Медведева, В. С. Бондарь	
ЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ ВЫСШИХ ГРИБОВ – РЕАКЦИЯ НА ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ.....	63
В. Ф. Пьянков, О. В. Крюкова	
ИЗМЕНЕНИЕ СОСТОЯНИЯ ОРГАНИЗМА МЫШЕЙ С ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ОПУХОЛЬЮ ПОД ДЕЙСТВИЕМ СВЕРХВЫСОКОЧАСТОТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ.....	64
О. Л. Ревуцкая	
МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЕМОГРАФИЧЕСКОЙ ДИНАМИКИ С УЧЕТОМ СТРАТЕГИЙ ЭКОНОМИЧЕСКОГО ПОВЕДЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ .....	65
Т. В. Рожко, Н. С. Кудряшева	
ИЗУЧЕНИЕ МЕХАНИЗМА НИЗКОДОЗОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ТРИТИЯ НА ЛЮМИНЕСЦЕНЦИЮ БАКТЕРИЙ .....	66
Н. О. Ронжин, Е. Д. Посохина, А. В. Барон, В. С. Бондарь	
БАКТЕРИОЛИТИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ ЛИЗОЦИМА ПОСЛЕ ЕГО КОВАЛЕНТНОЙ ИММОБИЛИЗАЦИИ НА НАНОАЛМАЗЫ .....	67
Г. В. Рублев	
СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОБЩЕСТВА СОЦИАЛЬНОЙ СПРАВЕДЛИВОСТИ.....	68
М. Е. Рублева, В. Ф. Мажаров, В. Л. Гавриков, Р. Г. Хлебопрос	
ДЕМОГРАФИЧЕСКИЙ ПЕРЕХОД И ВНУТРИРЕГИОНАЛЬНЫЙ ДЕМОГРАФИЧЕСКИЙ ОТКЛИК .....	69
А. А. Савченко, А. Г. Борисов, А. А. Модестов, А. В. Мошев, И. И. Гвоздев	
ВЗАИМОСВЯЗЬ ФЕНОТИПА И АКТИВНОСТИ РЕСПИРАТОРНОГО ВЗРЫВА НЕЙТРОФИЛЬНЫХ ГРАНУЛОЦИТОВ У БОЛЬНЫХ РАКОМ ПОЧКИ .....	70
А. В. Салагаева	
ВЛИЯНИЕ ВТОРИЧНЫХ НЕЙТРОНОВ КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ НА ОБРАЗОВАНИЕ ОБЛАКОВ .....	71

Г. П. Саркисян, А. Г. Саркисян, Н. С. Багдасарян	
ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ДИФФУЗИОННОГО ИЗМЕНЕНИЯ ФОРМЫ И РАЗМЕРОВ ЭРИТРОЦИТОВ ПРИ ЛУЧЕВОМ ПОРАЖЕНИИ.....	72
П. Е. Сербат	
ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДИАМЕТРА ЭРИТРОЦИТОВ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ЦИФРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ МАЗКОВ КРОВИ .....	73
В. Г. Сибгатулин	
РЕЗОНАНСЫ ГРАВИТАЦИОННЫХ ПРИЛИВОВ – ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ИСТОЧНИК ДЕФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ .....	74
Р. Ю. Смирнов, Е. С. Кашникова, Л. С. Тирранен	
НОВОЕ СВОЙСТВО ПОЧВЕННЫХ АКТИНОМИЦЕТОВ.....	76
Т. П. Спицына, Т. М. Куприянова, О. В. Тасейко	
ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ ФТОРА В АБИОТИЧЕСКИХ И БИОТИЧЕСКИХ КОМПОНЕНТАХ ПРИРОДНЫХ СРЕД ПРЕДГОРИЙ ВОСТОЧНОГО САЯНА .....	77
О. П. Стебелева, Л. В. Кашкина, Т. Ю. Емельянова, С. С. Добросмыслов, Т. А. Пьяных, Е. С. Сапожникова, П. О. Суходаев	
ВЛИЯНИЕ КАВИТАЦИОННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА РЕОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВОДОУГОЛЬНЫХ ВЫСОКОКОНЦЕНТРИРОВАННЫХ СУСПЕНЗИЙ.....	78
С. В. Столяр, О. А. Баюков, В. П. Ладыгина, Р. С. Исхаков, Р. Н. Ярославцев	
СОНОХИМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА МАГНИТНЫХ НАНОЧАСТИЦ ФЕРРИГИДРИТА В СУСПЕНЗИОННОМ СОСТОЯНИИ .....	79
В. И. Суслов	
ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СРЕДА КРАСНОЯРСКА КАК СЛОЖНАЯ СИСТЕМА В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ.....	80
В. Г. Суховольский	
ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПОПУЛЯЦИЙ: ПРЕДСТАВЛЕНИЕ, МОДЕЛИ И ПРОГНОЗЫ .....	81
В. Г. Суховольский, А. В. Ковалев	
ОНКОЗАБОЛЕВАНИЯ В США: ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКАЯ ДИНАМИКА В РАЗЛИЧНЫХ ЭТНИЧЕСКИХ ГРУППАХ НАСЕЛЕНИЯ НА ПРОТЯЖЕНИИ ПОСЛЕДНИХ ДЕСЯТИЛЕТИЙ.....	82
С. В. Тазеев, А. В. Салагаева, В. Л. Гавриков, Р. Г. Хлебопрос	
ЭВОЛЮЦИЯ ЗАВИСИМОСТИ МЕЖДУ ВЫБРОСАМИ CO <sub>2</sub> И ПОКАЗАТЕЛЯМИ ВВП: МЕЖДУНАРОДНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В ТЕЧЕНИЕ ПОСЛЕДНИХ 40 ЛЕТ.....	83



О. В. Тасейко, Т. П. Спицына	
ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ПРОЦЕССЫ САМООЧИЩЕНИЯ МАЛЫХ РЕК В УСЛОВИЯХ РЕЗКО КОНТИНЕНТАЛЬНОГО КЛИМАТА ЦЕНТРАЛЬНОЙ СИБИРИ.....	84
Л. С. Тирранен	
ВЛИЯНИЕ АЦЕТАЛЬДЕГИДА И ЭТИЛЕНА НА РОСТ МИКРОБОВ.....	85
А. К. Томилин	
ЭЛЕКТРОДИНАМИКА СЛОЖНЫХ СИСТЕМ.....	86
А. В. Тюрюмина, В. С. Секацкий, А. П. Батрак	
ДИАГНОСТИКА СОСТОЯНИЯ СИЛОВОГО ТРАНСФОРМАТОРА В КРИТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ.....	87
Д. В. Федотов, М. Ю. Сидоров	
О ПРИМЕНЕНИИ КОМБИНИРОВАННОГО ПОДХОДА К ОБУЧЕНИЮ НЕЙРОСЕТЕВЫХ МОДЕЛЕЙ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ РАСПОЗНАВАНИЯ ЭМОЦИЙ.....	88
И. Р. Фомина, К. Я. Биль	
БИОТИЧЕСКИЕ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЦИКЛА БЕНСОНА – БАССЭМА – КАЛЬВИНА И КООПЕРАТИВНОГО ФОТОСИНТЕЗА – ОТВЕТ НА ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ И РАЗВИТИЯ ФОТОТРОФНЫХ ЖИВЫХ СИСТЕМ.....	89
М. Ю. Хавинсон, М. П. Кулаков	
МОДЕЛЬ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ВОЗРАСТНЫХ ГРУПП ЗАНЯТОГО НАСЕЛЕНИЯ В РЕГИОНАХ ЮГА ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА.....	90
Р. Г. Хлебопрос, В. Е. Захватаев, В. А. Слепков, М. И. Кузьмин	
ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ ИСТОЧНИК ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ И ДИНАМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ПЛЮМАХ.....	91
Е. Н. Ходос	
ГРАЖДАНСКИЕ ИНИЦИАТИВЫ В ЭКОЛОГИИ.....	92
К. В. Шадрин	
МОДЕЛЬ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ В МЕТАБОЛИЧЕСКОЙ СЕТИ ИЗОЛИРОВАННОЙ ПЕРФУЗИРУЕМОЙ ПЕЧЕНИ КРЫСЫ.....	93
Zuoxun Zeng, Xianrui Li, Shimin Xiang, Jie Wang, Kangli Chen, Zhipeng Zhou and Qiujiào Du	
EARTHQUAKE MECHANISM AND EARTHQUAKE PRECURSORS RELATED TO CRUST RHEOLOGY.....	94
Xiongfei Zeng, Yan Zeng	
THE FLUID DYNAMICS THEORY FOR EARTHQUAKE PRECURSORS AND EARTHQUAKE PREDICTION .....	95

# ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ФАКТОРОВ СРЕДЫ НА УСТОЙЧИВОСТЬ МОЛЕКУЛ ФЕРОМОНОВ ЧЕШУЕКРЫЛЫХ НАСЕКОМЫХ КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

П. В. Артюшенко, Ф. Н. Томилин

Институт физики им. Л. В. Киренского СО РАН, Красноярск, Россия

art\_polly@mail.ru

Передача информации у большинства насекомых происходит посредством феромонной коммуникации. Находясь в воздушных потоках, молекулы феромонов подвергаются воздействию таких факторов среды, как свет, температура и влажность воздуха. Экспериментально оценить, как факторы среды влияют на молекулы феромонов, очень трудно, поэтому исследование проведено с помощью квантово-химического метода V3LYP (Hertwig, 1997; Tirado-Rives, Jorgensen, 2008) с базисом 6–31 (p, d) программы GAMESS (Schmidt et al., 1993). Объектами исследования выбраны феромоны чешуекрылых насекомых, опасных лесных вредителей: непарного шелкопряда *Lymantria dispar* L., соснового шелкопряда *Dendrolimus pini* L. и сибирского шелкопряда *Dendrolimus sibiricus superans* Tschetv. Данные о строении молекул феромонов взяты их базы данных [www.pherobase.com](http://www.pherobase.com). Феромон непарного шелкопряда, диспарлюр, состоит из одного компонента – (7R,8S)-цис-7,8-эпокси-2-метилоктадекана. Феромон соснового шелкопряда состоит из четырех компонентов: (Z,E)-5,7-додекадиенала, (Z)-5-додекенилацетата, (E)-7-додекенилацетата и (Z,E)-5,7-додекадиенола. Феромон сибирского шелкопряда включает в себя шесть компонентов: (Z,E)-5,7-додекадиеналь, (Z,E)-5,7-додекадиен-1-ол, (Z)-5-додекеналь, (E)-6-додекеналь, (E)-7-додекеналь, (Z)-5-додекен-1-ол, (E)-6-додекен-1-ол, (E)-7-додекен-1-ол. Для всех феромонов была проведена процедура оптимизации геометрии молекул в основном и возбужденном состоянии, определены длины волн поглощения. Для молекул феромонов с сопряженными двойными связями, длины волн поглощения лежат в диапазоне 226–227 нм, для молекул, содержащих только одну двойную связь, – от 169 до 173 нм. Для молекулы диспарлюра, не содержащей двойных связей, длина волны поглощения заметно короче и составляет 144 нм. Таким образом, излучение в области ближнего ультрафиолета способно поглощать молекулы феромонов *D.pini* и *D.superans sibiricus*. Анализ изменения электронной структуры молекул в возбужденном состоянии и геометрии молекул после релаксации показывает возможность разрыва двойных связей и распада этих молекул. Все рассчитанные молекулы имеют достаточно большой дипольный момент от 1,2 до 2,7 Д, поэтому при определенных условиях возможно взаимодействие с полярными молекулами, содержащимися в воздухе, например с той же водой, дипольный момент которой равен 1,86 Д. Изменение геометрии молекул при возбуждении и взаимодействие с другими молекулами, содержащимися в воздухе, может привести к уменьшению концентрации феромона в воздухе и, как следствие, к ослаблению феромонного сигнала.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант № 16-04-00132).

# ОПТИМИЗАЦИЯ И МОДЕЛИРОВАНИЕ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ КОЛЛЕКТИВНЫМИ БИОНИЧЕСКИМИ АЛГОРИТМАМИ

Ш. А. Ахмедова, Е. С. Семенкин

*Сибирский государственный аэрокосмический университет*

*им. акад. М. Ф. Решетнёва, Красноярск, Россия*

*shahnaz@inbox.ru*

В настоящее время существует множество алгоритмов для решения различных задач оптимизации, основанных на идеях кооперации и коэволюции. Одним из таких алгоритмов является новый коллективный самонастраивающийся бионический алгоритм, названный Co-Operation of Biology Related Algorithms (COBRA), разработанный для решения задач безусловной оптимизации с вещественными переменными.

Эвристика COBRA была разработана на основе известных алгоритмов роевого интеллекта, и суть данного оптимизационного метода состоит в их кооперативной работе. Для каждой из компонент-эвристик генерируется своя популяция индивидов, таким образом, в итоге алгоритмы-компоненты работают параллельно, обмениваясь индивидами. Главным преимуществом метода COBRA является возможность автоматической настройки размера популяций для его компонент, которая осуществляется путем увеличения или уменьшения числа индивидов в популяции на каждой итерации работы программы, в зависимости от пригодности самой популяции.

Работоспособность и эффективность алгоритма успешно обоснована на множестве тестовых задач, взятых с конкурса СЕС'2013, кроме того, было установлено, что разработанный метод оптимизации COBRA превосходит по результатам тестирования свои компоненты.

Коллективный алгоритм COBRA был модифицирован для решения однокритериальных задач безусловной оптимизации с бинарными переменными (полученный метод был назван COBRA-b), а также для решения задач условной оптимизации (метод COBRA-c). Далее были разработаны модификации алгоритма для решения многокритериальных задач безусловной (COBRA-m) и условной (COBRA-sm) оптимизации. Предложенные модификации (COBRA-b, COBRA-c, COBRA-m и COBRA-sm) были протестированы на репрезентативном множестве тестовых задач, принятых в международном сообществе исследователей в области эволюционных вычислений и продемонстрировали достаточно высокую эффективность при их решении.

Все перечисленные алгоритмы были успешно применены для автоматического генерирования информационных технологий интеллектуального анализа данных (нейронных сетей, машин опорных векторов и их коллективов), для решения различных практических задач классификации и прогнозирования. Таким образом, полученная совокупность эффективных самонастраивающихся алгоритмов оптимизации позволяет решить практически любую задачу выбора эффективных вариантов, возникающую при моделировании сложных систем.

# ОСОБЕННОСТИ ВЛИЯНИЯ ВНЕШНИХ ФАКТОРОВ НА МЕТАБОЛИЗМ НЕЙТРОФИЛЬНЫХ ГРАНУЛОЦИТОВ КРОВИ У КВАЛИФИЦИРОВАННЫХ СПОРТСМЕНОВ

К. П. Базарин, А. А. Савченко

ФГБНУ «НИИ медицинских проблем Севера», Красноярск, Россия

*impr@impr.ru*

Ранее нами была показана взаимосвязь между возникновением вторичных иммунодефицитных состояний у спортсменов и изменениями метаболической активности в нейтрофильных гранулоцитах крови. Интерес представляет анализ влияния основных факторов, ассоциированных со спортивной деятельностью, на возникающие метаболические изменения.

Общая метаболическая активность (МА) рассчитывалась как определенный интеграл аппроксимирующей функции распределения активности НАД- и НАДФ-зависимых дегидрогеназ нейтрофильных гранулоцитов крови. Анализ взаимосвязей между показателями МА и параметрами физической нагрузки в различных периодах годового тренировочно-соревновательного макроцикла показал наличие корреляции с величиной нагрузки максимальной интенсивности (выполняемой при частоте сердечных сокращений (ЧСС)  $> 180$ ). Коэффициент корреляции равен  $-0,57$  и  $-0,55$  для мужчин- и женщин-спортсменов соответственно. Следовательно, нагрузки данного типа оказывают супрессивное влияние на метаболическую активность нейтрофильных гранулоцитов. Положительная корреляция  $r = 0,61$  у мужчин и  $r = 0,59$  у женщин обнаружена для нагрузки средней интенсивности, выполняемой на уровне анаэробного порога, когда потребление кислорода возрастает до  $50-80\%$  от уровня максимального потребления кислорода (ЧСС  $135-150$  уд/мин). Нагрузка такого типа достоверно ведет к увеличению МА в нейтрофильных гранулоцитах крови. Нами не было обнаружено значимых взаимосвязей между МА и нагрузкой низкой и высокой интенсивности.

Высокие значения коэффициента корреляции обнаружены для взаимосвязи МА с уровнем малонового диальдегида в плазме крови и мембранах эритроцитов. У мужчин  $r = -0,93$  и  $r = -0,97$  для плазмы и мембран эритроцитов соответственно. У женщин коэффициент корреляции чуть ниже и составлял  $r = -0,9$  и  $r = -0,95$ .

Таким образом, декомпенсация в системе антиоксидантной защиты и оксидативный стресс, формирующийся в ходе соревновательного периода, взаимосвязан со снижением активности метаболических процессов в нейтрофильных гранулоцитах.

## **ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ЭПР ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАНОАЛМАЗОВ В БИОЛОГИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛАХ**

А. В. Барон, Н. Г. Максимов, Е. В. Инжеваткин, М. Б. Волкова, А. П. Пузырь, В. С. Бондарь

*Институт биофизики СО РАН*

*Сибирский федеральный университет*

*Институт химии и химической технологии СО РАН*

*КНЦ СО РАН, Красноярск, Россия*

*alexybaron@mail.ru*

В настоящее время повышенный интерес вызывает возможность введения наноалмазов (НА) в живые организмы с научными, диагностическими и лечебными целями. Такие исследования связаны с необходимостью изучения межорганного распределения и путей элиминации введенных НА. В решении этих вопросов могут помочь магниторезонансные методы, которые позволяют определять НА в биоматериалах, не повреждая их. Наиболее чувствительным является электронный парамагнитный резонанс (ЭПР). Эффективность метода определяется высокой концентрацией парамагнитных центров и магниторезонансными свойствами (ширина сигнала от резонанса и величины общих магнитных моментов). Концентрация парамагнитных дефектов НА может достигать «гигантских величин». В работе рассматриваются вопросы применения метода ЭПР для выявления НА в водных золях и образцах различных биоматериалов.

Необходимым условием эффективного применения метода ЭПР является глубокое замораживание биоматериала жидким азотом и увеличение общего объема образца. Для этого разработан безампульный метод фиксации образца в резонаторе спектрометра, что дает возможность увеличить объем исследуемых проб. При таких условиях в замороженных водных золях НА наблюдается симметричный сигнал ( $g = 2,003$ ,  $\Delta H \approx 10$  Гс), интенсивность которого была пропорциональна содержанию НА в образце. Предельная концентрация НА (соотношение сигнал/шум порядка 10) составляет около 1 мкг на 1 г образца. Исследование ЭПР биоматериалов (кровь, печень, почки, легкие и др.) показало наличие их собственных парамагнитных центров (радикалы, цитохромы и др.). Сигналы от этих центров накладываются на сигнал от НА, что влияет на точность определения концентрации НА по сравнению с исходными водными золями. Однако, как правило, в биопробах отсутствуют интенсивные сигналы от собственных парамагнитных центров, что позволяет применять ЭПР-анализ для определения в них НА с необходимой точностью. Для увеличения точности применено вычитание собственного сигнала образца из общего сигнала образец + НА, что позволило определять содержание НА в реальных биопробах от 10 мкг на 1 г биоматериала и выше.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ (грант № 16-04-00999 а).*

# **МНОГОАГЕНТНЫЙ ПОДХОД КАК СПОСОБ САМООРГАНИЗАЦИИ АЛГОРИТМОВ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ПОИСКА БЛУЖДАЮЩЕГО ЭКСТРЕМУМА В ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ**

Е. А. Бежитская, С. С. Бежитский

*Сибирский государственный аэрокосмический университет*

*им. акад. М. Ф. Решетнёва, Красноярск, Россия*

*bezhitsk@yandex.ru, bezhitsk@mail.ru*

В настоящее время технологии анализа и обработки данных применяются в различных сферах человеческой деятельности для ускорения получения выгоды в экономических системах, повышения надежности в наукоемких и высокотехнологичных системах. Практически в каждой области решаются задачи поиска экстремума. Обычно при равномерном, плановом развитии систем решение оптимизационных задач не вызывает затруднений в силу многократного их решения и хорошей изученности исследуемой и развиваемой области. В этом случае доскональное изучения подобных задач приводит к тому, что удается разработать специальные методы их решения, максимально использующие всю информацию о поведении целевой функции.

Экстремальные условия понимаются как условия, при которых обстоятельства изменяются и протекают динамично, нестационарно. Такие экстремальные условия характеризуются ограниченным временем на адаптацию к изменениям, т.е. отсутствует достаточное время для изучения текущих обстоятельств. В подобных условиях необходимо иметь механизмы с возможностью самоподстройки (адаптации) под изменения. Механизмы адаптации должны решать задачу отслеживания оптимального решения, которое блуждает в пространстве поиска. Таким образом, в теории и практике оптимизации данная задача – это задача с блуждающими экстремумами.

Решение подобных задач средствами многоагентного подхода в оптимизации является достаточно новым и интересным для изучения. Суть многоагентного подхода в задачах оптимизации заключается в разработке схем взаимодействия независимых поведенческих и эволюционных алгоритмов с целью получения синергетического эффекта от взаимодействия в сравнении с тем, если бы они использовались по отдельности при условии одинаковых объемов выделяемых ресурсов на оптимизацию. Конкретно в рамках многоагентного взаимодействия задействованы генетические алгоритмы и алгоритмы PSO (particle swarm optimization – поведенческие алгоритмы), которые обладают потенциалом и могут решать самые сложные задачи в области оптимизации. Сложностями оптимизации в таких случаях называют полимодальность целевых функций, смешанные (дискретные и вещественные) переменные задачи, наличие ограничений различного вида и даже множество целевых функций.

## **ФЕНОТИПИЧЕСКИЙ СОСТАВ Т- И В-ЛИМФОЦИТОВ БОЛЬНЫХ РАСПРОСТРАНЕННЫМ ГНОЙНЫМ ПЕРИТОНИТОМ**

В. Д. Беленюк, А. В. Мошев, А. А. Савченко, А. Г. Борисов, Д. В. Черданцев,  
О. В. Первова, В. А. Шапкина

*ФГБНУ «НИИ медицинских проблем Севера»*

*ГБОУ ВПО «Красноярский государственный медицинский университет  
им. проф. В. Ф. Войно-Ясенецкого», Красноярск, Россия*

*imprn@imprn.ru; gs7@mail.ru*

Несмотря на достижения современной медицины, проблема лечения распространенного гнойного перитонита (РГП) по-прежнему является одной из самых серьезных в абдоминальной хирургии. РГП сопровождается избыточным поступлением в биологические среды организма микробных антигенов и бактериальных токсинов. А одними из важнейших компонентов иммунной системы, активно вовлекающихся в процессы борьбы с инфекционным и бактериальным заражением, являются Т- и В-лимфоциты.

На базе Красноярского краевого гнойно-септического центра Краевой клинической больницы г. Красноярска обследовано 32 пациента с РГП в возрасте 30–65 лет. Все пациенты были разделены на две группы в зависимости от этиологии перитонита: 1-я группа – тупая травма живота и послеоперационный перитонит ( $n = 13$ ); 2-я группа – заболевания желудка, тонкой и толстой кишки ( $n = 19$ ). В качестве контроля обследовано 40 относительно здоровых людей аналогичного возрастного диапазона. Иммунофенотипирование лимфоцитов проводили методом проточной цитометрии на приборе Cytomics FC-500 с использованием прямой пятицветной иммунофлуоресценции цельной периферической.

В первой группе было обнаружено значительное снижение количества цитотоксических Т-лимфоцитов. Остальные субпопуляции Т-лимфоцитов не претерпели достоверных изменений относительно контрольных значений. Во второй группе было зафиксировано достоверное повышение количества общих Т-лимфоцитов. В большей степени повышение коснулось Т-хелперов и регуляторных Т-лимфоцитов, количество цитотоксических Т-лимфоцитов осталось неизменным. Кроме того, в популяции Т-хелперов увеличилось количество клеток, экспрессирующих CD62L. При анализе В-лимфоцитов в первой группе было показано значительное снижение В1-клеток относительно контрольной группы. Остальные популяции В-клеток не подверглись значительным изменениям. В то же время значительно повысилось количество В2-клеток и В-клеток памяти, активно экспрессирующих CD23, что указывает на активацию В-лимфоцитов и усиление гуморального иммунитета. Во второй группе, по аналогии с первой, значительному снижению подверглась популяция В1-клеток. Существенно снизилась экспрессия CD23 на поверхности наивных В-клеток и В-клеток памяти. Подобная картина указывает на снижение уровня активности В-лимфоцитов и, как следствие, торможение гуморального иммунного ответа.

## **ЯЗЫК И КОММУНИКАЦИЯ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ**

С. Б. Белецкий

*ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», Красноярск, Россия  
sbeletskiy@sfu-kras.ru*

Доклад посвящен рассмотрению языка как синергетической системы, развитие которой может быть проанализировано в терминах теории катастроф и законов языковой динамики. Кроме статистических и структурных особенностей языковой системы в докладе рассматриваются различные коммуникативные практики на естественном языке, реализующиеся в условиях экстремальной ситуации.

Одним из разделов современной науки о языке является лингвистическая синергетика, которая изучает глубинные закономерности развития и функционирования языка методами синергетики, иными словами, изучает синергетические механизмы языка (механизмы саморегуляции и развития).

Сфера действия синергетических механизмов языка:

- скачкообразные изменения структуры языка в ходе его исторического развития;
- преобразование пиджинов в креольские языки;
- сравнение энтропийных характеристик текстов разной тематики и стилевой принадлежности;
- усвоение родного и иностранного языка;
- построение и реализация алгоритмов автоматической переработки текста (машинный перевод и аннотирование).

О наличии синергетических механизмов в языке, или законов языковой динамики, свидетельствуют в первую очередь статистические зависимости между такими величинами, как: длина языковых единиц, семантический потенциал (полилексия), частота употребления лексических единиц, связанность с контекстом (политекстия), объем словаря, число фонем.

В докладе рассматриваются такие законы языковой динамики, как: закон Пиотровских, закон Ципфа – Мандельброта, расширенный закон Менцерата – Альтмана и др., их потенциал в анализе экстремальных состояний языковой системы, а также коммуникация в условиях экстремальных ситуаций как особая сфера функционирования языка.



## **ОЦЕНКА СЕЙСМИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ СЕЙСМИЧЕСКОГО МИКРОРАЙОНИРОВАНИЯ**

Е. В. Бодякин, С. А. Перетокин

*НП «Экологический центр рационального освоения природных ресурсов»*

*Институт вычислительного моделирования СО РАН, Красноярск, Россия*

*es\_ropr@mail.ru bodyakinevgeniy@gmail.com*

Представлена методика оценки сейсмической опасности на основе комплексного использования методов сейсмического микрорайонирования.

На первом этапе происходит сбор геологической, сейсмологической, геофизической и топографической информации. Каждому слою на основании инженерно-геологических изысканий и геофизических работ присваиваются физико-механические показатели (плотность, предельное сдвиговое напряжение и т. д) и скорости распространения Р- и S- волн.

На втором шаге, после визуализации и проверки введенной информации средствами ГИС, происходит построение 3D-модели геологической среды – создается сетка, каждая точка которой привязывается по высоте и координатам к данной площадке. На основании геологических данных по бурению каждой точке задается количество и мощность слоев.

Далее в каждой точке производится расчет сейсмической интенсивности с использованием метода сейсмических жесткостей и компьютерного моделирования поведения грунта (программы GRUNT и SHAKE91).

На последнем этапе на основе анализа результатов расчетных и инструментальных методов создаются карты сейсмического районирования. В процедуре построения карт используются различные методы выделения областей с одинаковой балльностью (кригинг, интерполяция сплайнами), которые предлагаются в ГИС.

# **ВЛИЯНИЕ ЭКСПОЗИЦИИ СВЕРХВЫСОКОЧАСТОТНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ФОРМЕННЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ КРОВИ У КРЫС**

А. В. Болдырева, О. В. Крюкова, В. Г. Пахомова, К. В. Шадрин  
*КНЦ СО РАН, Красноярск, Россия*  
*olikru@yandex.ru*

В повседневной жизни городской человек постоянно использует средства мобильной сотовой связи, которые прочно вошли в нашу жизнь, но длительное их использование может приводить неблагоприятным изменениям состояния организма. Особенностью функционирования источников сотовой связи является создание равномерной зоны «радиопокрытия», что и приводит к увеличению уровня электромагнитной нагрузки на организм. Одна из систем организма, которая реагирует на изменения окружающей среды является, – система крови.

Задача настоящего исследования – проанализировать изменения клеточного состава в периферической крови крыс при разном времени воздействия электромагнитного излучения СВЧ-диапазона.

Исследования проводили на крысах породы Wistar массой 200–250 г. В эксперименте животные были разделены на группы: контрольную (группа 1) и две экспериментальные (группа 2 и группа 3) в зависимости от времени экспозиции. Воздействие ЭМИ СВЧ на крыс проводили в установке для облучения мелких лабораторных животных, разработанной совместно с сотрудниками кафедры радиотехники Института инженерной физики и радиоэлектроники СФУ. Установка работала на частоте 1 ГГц, ППЭ  $\approx 70$  мкВт/см<sup>2</sup>. Животные экспериментальной группы 2 подвергались облучению ЭМИ СВЧ-диапазона в установке по 1 ч ежедневно в течение 5 сут., группы 3 – по 3 ч ежедневно в течение 5 сут.

Оценку морфо-функциональных изменений в периферической крови проводили на окрашенных мазках. Количество клеток при определении внешнего диаметра эритроцитов составляло 1000 клеток на каждый мазок, лейкоцитарной формулы – на 200 клеток. Подсчет количества эритроцитов и процентного содержания различных лейкоцитов в крови осуществляли с помощью цифрового микроскопа Levenhuk d670t, который входит в уникальную научную установку «Комплекс оборудования для культивирования изолированных органов», и специальной программы TourView, в которой и определяли внешний диаметр эритроцитов.

В результате работы получены данные об изменении размеров эритроцитов и соотношении лейкоцитарных элементов в крови крыс при 1 ч и 3 ч ежедневного воздействия ЭМИ СВЧ.

## **ОСОБЕННОСТИ СИНТЕЗА ИНТЕРФЕРОНА- $\gamma$ И ФАКТОРА НЕКРОЗА ОПУХОЛИ- $\alpha$ У БОЛЬНЫХ ОСТРЫМ ВИРУСНЫМ ГЕПАТИТОМ В**

А. Г. Борисов, А. А. Савченко, Д. В. Родина, В. В. Цуканов  
*ФГБНУ «НИИ медицинских проблем Севера», Красноярск, Россия*  
*imprn@imprn.ru*

Исход острого вирусного гепатита В (ОВГВ) во многом зависит от состояния иммунной системы больного. Неблагоприятное развитие заболевания объясняется различными иммунными механизмами, в том числе цитокиновой дисрегуляцией. Целью нашей работы было изучить способность мононуклеаров периферической крови больных ОВГВ синтезировать интерферон- $\gamma$  (ИФН $\gamma$ ) и фактор некроза опухоли- $\alpha$  (ФНО $\alpha$ ).

Обследовано 76 пациентов со среднетяжелым течением ОВГВ. Диагноз устанавливали при помощи стандартных клинико-биохимических исследований и верифицировали обнаружением специфических маркеров. В качестве контроля обследовано 215 здоровых людей. Были изучены основные показатели иммунной системы, а также спонтанная продукция ИФН $\gamma$  и ФНО $\alpha$  и индуцированная фитогемагглютинином (ФГА) и рекомбинантным HBsAg. Методом ПЦР с использованием флуоресцентно-меченых гибридизационных зондов определялась ДНК вируса гепатита В.

При обследовании больных ОВГВ установлено, что наиболее выраженные изменения показателей иммунного статуса обнаружены у больных со средней и высокой степенью вирусной нагрузки. У больных ОВГВ со средней степенью вирусной нагрузки выявляется повышение функциональной активности В-лимфоцитов, снижение содержания НК-клеток. При высокой степени вирусной нагрузки обнаружено максимальное содержание В-лимфоцитов в периферической крови и повышенный уровень способности лимфоцитов к интерлейкин-2-зависимому пролиферативному ответу. Уровни спонтанного синтеза ИФН $\gamma$  были выше в группе больных с высокой степенью вирусной нагрузки. При низкой и средней степени вирусной нагрузки повышение не столь выражено. При стимуляции ФГА у больных с низкой и средней степенью вирусной нагрузки синтез ИФН $\gamma$  повышается, как и у здоровых лиц, но не столь интенсивно. У больных ОВГВ с высокой степенью вирусной нагрузки воздействие ФГА не приводит к изменению уровня синтеза данного цитокина. Подобные же изменения выявлены и при стимуляции HBsAg: наиболее интенсивный ответ по синтезу ИФН $\gamma$  выявляется у больных ОВГВ с низкой и средней степенью вирусной нагрузки. При высокой степени вирусной нагрузки выявляется даже снижение уровня синтеза ИФН $\gamma$ . Спонтанная продукция ФНО $\alpha$  выше всего у больных ОВГВ с низкой степенью вирусной нагрузки. С повышением степени вирусной нагрузки уровень спонтанного синтеза цитокина снижается. При воздействии ФГА максимальный уровень повышения синтеза ФНО $\alpha$  выявлен в группе больных с высокой степенью вирусной нагрузки. Максимальный уровень повышения уровня синтеза ФНО $\alpha$  при воздействии HBsAg выявляется у больных с низкой степенью вирусной нагрузки.

## **ОСОБЕННОСТИ КЛИНИЧЕСКИХ ПРОЯВЛЕНИЙ ИММУНОПАТОЛОГИЧЕСКИХ СОСТОЯНИЙ У БОЛЬНЫХ С ПРОЛЕЖНЯМИ**

С. А. Борисов, М. В. Маценко, Э. В. Каспаров, А. А. Савченко  
ФГБНУ «НИИ медицинских проблем Севера», Красноярск, Россия  
*impr@impr.ru*

Гнойные хирургические инфекции являются одними из самых сложных проблем в современной медицине. Успех проводимого лечения зависит не только от своевременно проведенного хирургического вмешательства и правильно проведенной этиотропной терапии с учетом чувствительности возбудителя к антибактериальным препаратам, но и от состояния иммунной системы, ее адаптивных возможностей. Традиционно оценку состояния иммунной системы проводят лабораторно. Однако ряд авторов отмечает, что нет четкой корреляции между клиническими признаками и лабораторными иммунологическими показателями. Поэтому важно оценить состояние функции иммунной системы, прежде всего, на основании клинических данных. Цель исследований – на основании клинических данных дать оценку функции иммунной системы у больных с пролежнями.

Работа основана на оценке состояния иммунной системы у 28 больных с пролежнями, находящихся на лечении в многопрофильной больнице. Признаки нарушения функции иммунной системы определялись на основании рекомендаций, предложенных В. А. Козловым и соавт. (2009). На основании опроса больного, анализа анамнестических данных, физикальных и лабораторных исследований выделяли основные синдромы иммунопатологических состояний с формированием иммунологического диагноза. У всех обследованных больных нами выявлены признаки дисфункции иммунной системы. Помимо подтвержденной гнойной хирургической патологии дополнительно были установлены другие признаки дисфункции иммунитета. В 92,9 % случаев обнаружены гипореактивные и в 32,1 % случаев – гиперреактивные синдромы. Чаще всего определялся синдром недостаточности гуморально-эффекторного звена иммунитета (у 20 человек – 71,4 % обследуемых), проявляющейся бактериальными инфекциями респираторного тракта, мочеполовых путей, желудочно-кишечного тракта. У 23 человек (82,1 %) установлены выраженные проявления воспаления, подтвержденные в том числе лабораторными данными. Учитывая клинический диагноз, у всех больных диагностирован гипорегенеративный синдром. У 22 (78,6 %) определено нарушение макрофагально-фагоцитарного звена иммунитета, проявляющееся отсутствием температурной реакции, моноцитопенией, среднестатистическими показателями числа нейтрофилов. В 28,6 % случаев выявлена недостаточность клеточно-эффекторного звена иммунитета. Таким образом, больных с пролежнями необходимо рассматривать как пациентов с иммунопатологией. Все это требует применения методов иммуотропной терапии в лечении данной категории больных. Учитывая большой полиморфизм иммунопатологических состояний, иммуноактивная терапия должна быть строго индивидуальна с учетом иммунологического диагноза.

# **ЭЛЕКТРОННЫЙ КУРС КАК СЛОЖНАЯ СИСТЕМА: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ УЧЕБНОЙ АНАЛИТИКИ И ГЛУБИННОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ В ОБРАЗОВАНИИ**

М. С. Бухтояров, А. А. Бухтоярова

*ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», Красноярск, Россия  
mikebukhtoyarov@gmail.com, annabukhtoyarova@gmail.com*

Электронные курсы являются одним из популярных видов публикации учебно-методических материалов, применяемых многими университетами. Электронный курс – это систематизированный набор учебно-методических материалов (контента курса), используемый обучающимися для освоения учебной дисциплины и чаще всего размещаемый на специальном сайте – системе управления обучением (learning management system).

В процессе освоения электронного курса обучающиеся – пользователи системы управления обучением совершают большое количество действий на сайте, оставляя значительные объемы журналируемых метаданных – пользовательские транзакции участников курса (user activity logs). Например, сравнительно небольшой двухмесячный курс на 60 человек, проведенный в 2016 г., обеспечил наличие записей о примерно 15 тысячах транзакций. Работа крупного учебного заведения позволяет получать миллионы записей. Такие данные могут быть использованы для учебной аналитики (learning analytics) и глубинного анализа данных в образовании (educational data mining) с целью поиска наиболее эффективных способов обучения, управления, организации курсов, изучения и прогнозирования индивидуального и группового поведения участников курсов на сайте, выявления свойств учебного контента и т. д.

На сегодняшний день описание электронного курса как сложной системы и поиск моделей для анализа получаемых данных – одна из важнейших задач, стоящая перед исследователями и практиками электронного обучения. В рамках электронного курса либо группы курсов могут быть выделены подсистемы, анализ которых может представлять самостоятельный интерес: например, учебные форумы (анализ дискурса, речи), однотипный либо идентичный контент, используемый в различных курсах (поиск паттернов, оптимизация), сегментация курса и т. п. Также особый интерес представляет динамика прохождения курса группами обучающихся и факторы, влияющие на устойчивость системы.

Основными проблемами анализа электронных курсов являются доступ к данным, их хранение, права на использование, а также поиск подходящих для целей исследования методов, поскольку учебная аналитика и глубинный анализ данных в образовании – это сравнительно новое и только оформляющееся направление. Тем не менее изучение электронных курсов как сложных систем может привести к серьезным изменениям в подходах к обучению и управлению человеческими ресурсами, а также к появлению новых образовательных рынков.

## **РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ГИДРОФИЗИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА НА ОСНОВЕ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОЦЕНКИ ИСТОЧНИКА ЦУНАМИ**

А. А. Быков, Е. В. Винников, А. А. Шеломенцев

*Сибирский федеральный университет, Институт космических  
и информационных технологий*

*Институт вычислительного моделирования СО РАН, Красноярск, Россия  
oxumoron13@hotmail.com*

Исследование посвящено решению задач гидрофизического мониторинга цунами с применением асимптотических формул С. Ю. Доброхотова и численного моделирования цунами в рамках вычислительной технологии MOST, а также с использованием технологий нелинейного регрессионного анализа и вейвлет-преобразования. Представлены математическая постановка задачи и вычислительная технология моделирования волн цунами в океане.

В работе предлагается новый вычислительный инструмент для повышения своевременности и надежности предупреждения об угрозах цунами путем решения задач гидрофизического мониторинга на основе предварительной оценки источника цунами при помощи анализа данных о землетрясениях, данных с регистрирующих DART-станций и расчетов, полученных в результате численных экспериментов, а также с использованием технологий обработки данных при помощи нелинейного регрессионного анализа и вейвлет-преобразования.

Предполагается решение следующих задач: оценка опасности цунами, оценка параметров источника цунамигенного землетрясения, а также анализ трасс волн цунами на основе данных о землетрясениях, данных с ближайших регистрирующих DART-станций и расчетов, полученных в результате численных экспериментов.

Проведенные исследования реальных цунами в рамках разрабатываемой вычислительной технологии показали новые возможности при моделировании цунами. Предлагаемый подход предполагает предварительную вычислительную процедуру быстрой коррекции параметров источника цунами с целью повышения точности и надежности оценки опасности цунами на основе существующих вычислительных комплексов и технологий обработки данных.

# МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ЧИСЛЕННОСТИ ТАЕЖНОГО КЛЕЩА (*IXODES PERSULCATUS*) КАК ПОПУЛЯЦИОННОЙ СИСТЕМЫ С ИЗЪЯТИЕМ

О. А. Вшивкова

*КНЦ СО РАН, Красноярск, Россия*

*oavshivkova@mail.ru*

Целью предлагаемой работы является математическое моделирование динамики численности таежного клеща (*Ixodes persulcatus*) как популяционной системы с изъятием, а именно исследование динамических режимов популяции в зависимости от интенсивности мер, направленных на снижение численности. Проведена классификация сценариев развития популяции клеща в зависимости от интенсивности и типа мер, направленных на элиминацию популяции клеща. Разработана модель, позволяющая учитывать особенности жизненного цикла популяции клеща и воздействие акарицидных обработок и/или дератизации. В работе рассмотрены следующие типы мер, направленных на снижение численности популяции клеща: 1) изъятие части прокормителей (мышевидных грызунов), которые являются важной составляющей жизненного цикла клеща на ранних стадиях развития (дератизация); 2) непосредственное уничтожение некоторой части популяции клеща (акарицидные обработки).

Предполагается провести аналитическое исследование предложенной модели и обширные численные эксперименты, позволяющие классифицировать сценарии развития популяции клеща и прогнозировать эффективность используемых мер. Предполагается разработать оптимальную стратегию, позволяющую минимально возможными усилиями справиться с распространением популяций иксодовых клещей. Верификацию разработанной модели планируется провести на основе доступных рядов данных. Таким образом, в результате выполнения работы будут разработаны подходы, позволяющие управлять характером популяционной динамики клеща путем корректировки его текущей численности и/или численности его прокормителя. Такое исследование может быть полезно как для развития теоретических методов описания популяционной динамики таежного клеща, так и для решения практических задач, связанных с профилактикой природноочаговых заболеваний, переносчиками которых являются таежные клещи.

*Исследования проведены при финансовой поддержке РФФИ (проект № 16-31-50047).*

# АЛГОРИТМ ОПТИМАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СТОИМОСТЕЙ МЕЖДУ РАЗЛИЧНЫМИ ПО ПРЕСТИЖНОСТИ ЧАСТЯМИ НЕДВИЖИМОСТИ

Е. А. Галькова

*Красноярский институт железнодорожного транспорта, Красноярск, Россия*

При реализации квартир застройщик дома продает их по фиксированной стоимости за квадратный метр на любом этаже. При этом возникает ситуация, когда наиболее престижные категории квартир раскупают, а квартиры, например, на первом и последнем этажах (если они непригодны для офисов) достаточно сложно реализовать. Зачастую застройщик продает эти квартиры со скидкой и теряет при этом часть прибыли. Использование предложенного алгоритма даст возможность получить заданную норму прибыли благодаря распределению стоимости квартир в зависимости от категории привлекательности, т. е. квартиры на более престижных этажах реализовать дороже, а квартиры на менее престижных этажах – дешевле. В целом это позволит равномерно реализовать квартиры во всем доме, не теряя прибыль.

Пусть  $N$  – число различных по престижности категорий недвижимости;  $R$  – себестоимость всей недвижимости;  $P$  – желаемая прибыль, которую получит предприниматель после реализации недвижимости;  $C = R + P$  – стоимость всей недвижимости, выставленной на продажу;  $S_i$  – число единиц недвижимости в  $i$ -й категории,  $i = 1, 2 \dots N$ ,  $S = \sum_{i=1}^N S_i$  – общее число единиц недвижимости,

$c = C/S$  – средняя стоимость единицы недвижимости. Обозначим через  $c_i$  стоимость единицы недвижимости для категории с номером  $i$ , где  $i = 1, 2 \dots N$ . Число  $\lambda_i = c_i/c$  назовем рыночным коэффициентом для  $i$ -й категории,  $i = 1, 2 \dots N$ . Упорядочим категории в порядке возрастания их престижности. Тогда  $0 < \lambda_1 < \lambda_2 < \dots < \lambda_N$ . Ранее в работах рассматривалась ситуация, при которой  $P = 0$ . В этом случае категория недвижимости с номером  $i$  представляла собой часть недвижимости, приобретаемой группой инвесторов по цене  $c_i$  за единицу недвижимости, где  $i = 1, 2 \dots N$ , причем категории были упорядочены в направлении убывания льгот, т. е.  $c_1 < c_2 < \dots < c_N$ . Такая ситуация возникает, например, когда в долевом строительстве жилого дома принимают участие сотрудники одной организации, фирмы и разбиение инвесторов на льготные группы происходит с учетом их стажа работы на данном предприятии. Коэффициенты  $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_N$  удовлетворяют следующему соотношению во введенных обозначениях  $\sum_{i=1}^N \lambda_i S_i = 1$ . Еще более общие условия на  $\lambda_1$  рассмотрены нами ра-

нее. Данный алгоритм может быть использован при распределении стоимостей единицы недвижимости в новостройках. Она будет зависеть от расположения строящегося объекта относительно центра города и основных магистралей, от экологического состояния окружающей среды в данном районе и прочих факторов.



## **АКТИВНОСТЬ РЕСПИРАТОРНОГО ВЗРЫВА НЕЙТРОФИЛЬНЫХ ГРАНУЛОЦИТОВ КРОВИ У БОЛЬНЫХ ПРИ РАЗНОЙ СТЕПЕНИ ТЯЖЕСТИ РАСПРОСТРАНЕННОГО ГНОЙНОГО ПЕРИТОНИТА**

И. И. Гвоздев, А. А. Савченко, А. Г. Борисов, Д. В. Черданцев, О. В. Первова, В. А. Шапкина  
*ФГБНУ «НИИ медицинских проблем Севера»*

*ГБОУ ВПО «Красноярский государственный медицинский университет*

*им. проф. В. Ф. Войно-Ясенецкого», Красноярск, Россия*

*impr@impr.ru; gs7@mail.ru*

Воспаление является типовым патологическим процессом, которым организм отвечает на самые различные воздействия. Нейтрофильные гранулоциты являются ключевыми клетками воспаления, от их фагоцитарной активности во многом зависит эффективность противомикробной защиты организма. В связи с этим изучение функциональной активности нейтрофильных гранулоцитов позволит на клеточном уровне охарактеризовать особенности генеза воспалительных процессов, например, при распространенном гнойном перитоните (РГП). Целью исследования явилась оценка хемилюминесцентной активности нейтрофильных гранулоцитов в зависимости от степени тяжести РГП. Хемилюминесцентная активность характеризует состояние «респираторного взрыва» нейтрофильных гранулоцитов.

На базе отделения гнойной хирургии Краевой клинической больницы г. Красноярска обследовано 44 больных с РГП средней степени тяжести и 26 больных с тяжелым течением РГП в возрасте 40–55 лет. В качестве контроля обследовано 67 здоровых людей аналогичного возрастного диапазона. Исследование спонтанной и индуцированной хемилюминесценции нейтрофилов периферической крови проводили по методу De Sole et al.

При исследовании спонтанной люминол-зависимой хемилюминесценции обнаружено, что независимо от степени тяжести заболевания у больных РГП значительно повышен максимум хемилюминесценции относительно контрольных показателей ( $p < 0,001$ ). При исследовании показателей зимозан-индуцированной люминол-зависимой хемилюминесценции установлено, что у больных РГП также независимо от степени тяжести заболевания повышен максимум интенсивности индуцированной хемилюминесценции ( $p < 0,001$ ). Однако только у больных с тяжелой степенью РГП обнаружено увеличение площади под кривой индуцированной хемилюминесценции и величины индекса активации ( $p = 0,041$  и  $p = 0,003$ ). Таким образом, у больных РГП в зависимости от степени тяжести установлены характерные особенности хемилюминесцентной активности нейтрофильных гранулоцитов. Уровень синтеза активных форм кислорода более выражен при тяжелой степени тяжести.

## ПРОСТРАНСТВЕННАЯ НЕОДНОРОДНОСТЬ ПОПУЛЯЦИЙ В МОДЕЛИ ПЛАНКТОННОГО СООБЩЕСТВА

Е. Е. Гиричева

*Институт автоматизации и процессов управления ДВО РАН, Владивосток, Россия  
evg.giricheva@yandex.ru*

Моделируется взаимодействие фитопланктона и зоопланктона с учетом питательных веществ в вертикальном столбе воды. Случайные пространственные перемещения описываются турбулентной диффузией. При исследовании пространственно-неоднородной структуры планктонного сообщества учитываются также активные перемещения организмов в столбе воды. Одной из причин неоднородного по вертикали распределения зоопланктона является поисковое поведение (трофотаксис). В работе эти перемещения описываются адвективной скоростью, которая пропорциональна градиенту плотности популяции жертв.

Пространственно-временная динамика популяции зоопланктона определяется как пространственными перемещениями организмов, так и их биологическими характеристиками. В модели убыль популяции описывается плотностнозависимой смертностью, представляющей естественную смертность и внутривидовое хищничество.

Модель исследуется на возможность образования пространственных структур (вертикально-неоднородных распределений популяций) под влиянием плотностнозависимой смертности и активных перемещений зоопланктона.

Анализ модели показал, что при малых скоростях роста и убыли зоопланктона, а также не очень активных перемещениях организмов возможно образование пространственных структур. Стабилизация пространственно-однородного равновесия происходит либо за счет более активного выедания зоопланктона, либо в результате увеличения коэффициента диффузии фитопланктона. Если скорость потребления фитопланктона зоопланктоном превышает скорость роста фитопланктона, то система либо ДС-неустойчива, либо колебательно неустойчива. Устойчивость наблюдается лишь при больших скоростях убывания зоопланктона либо его активных перемещений.

С увеличением скорости трофотаксиса пространственное распределение популяций становится более однородным, увеличение же скорости диффузии приводит к неоднородным пространственным распределениям.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ СИНТЕЗА ФЕРРИГИДРИТА: ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ

Ю. Л. Гуревич, О. А. Баюков, Ю. И. Маньков, С. В. Марков, Э. А. Петраковская,  
А. С. Романченко, О. П. Стебелева, М. И. Теремова, О. В. Цибина, Р. Г. Хлебопрот

*КНЦ СО РАН, btchem@mail.ru*

*Институт физики СО РАН им. Л. В. Куренского, rsa@iph.krasn.ru*

*Сибирский федеральный университет, opstebelova@mail.ru*

*Институт химии и химической технологии КНЦ СО РАН, romaas82@mail.ru*

Моделирование синтеза природного ферригидрита проводили в культуре аэробных бактерий при окислении трехвалентного лимоннокислого железа. Высвобождающийся из комплексной соли ион Fe(III) гидролитически осаждался в форме гидроксида железа – ферригидрита (Feh). После очистки культуральной жидкости от бактерий, растворенных биомолекул и не утилизированных соединений, ферригидрит выделялся в коллоидном состоянии. Золь биогенного ферригидрита сохранял устойчивость на протяжении нескольких недель и месяцев. При внесении в питательную среду растворимых соединений алюминия, кремния и других элементов получали допированный биогенный ферригидрит. Дифрактограмма, мессбауэровский спектр, спектры ЭМР и рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии синтетического ферригидрита подобны материалу природного происхождения и химического синтеза. Однако они имеют существенные отличия. В распределениях наночастиц по размерам (гидродинамическому диаметру), полученных методом динамического рассеяния света, в золях Feh присутствуют наночастицы с размерами менее 10 нм, которые превышают установленные оценки для ферригидрита, и агрегаты с размерами до 100–200 нм. Фактически получаемый биогенный ферригидрит представляет собой нанокompозит с органическим углеродом. При определенных условиях получения в спектре ЭПР появляется линия свободного радикала, которая свидетельствует о высокой химической активности Feh. Установлено, что углерод находится в виде функциональных групп – углеводородной, гидроксильной и карбоксильной. На поверхности Feh зафиксированы 4 компонента атома железа. Соотношение атомов Fe и C их групп зависит от условий получения Feh. Вероятно, наличие определенных состояний железа на поверхности выступает как фактор необычных свойств Feh – исключительно высокая сорбция ионов меди (порядка 10 г/г и выше), которую нельзя объяснить большой удельной площадью поверхности наночастиц Feh. Показано, что скорость генерации свободных радикалов при разложении перекиси значительно выше в присутствии Feh, чем иона Fe(II).

# ОСОБЕННОСТИ КЛЕТОЧНОГО ИММУНИТЕТА У БОЛЬНЫХ МЕХАНИЧЕСКОЙ ЖЕЛТУХОЙ ДОБРОКАЧЕСТВЕННОГО ГЕНЕЗА С УРОВНЕМ БИЛИРУБИНА БОЛЕЕ 200 МКМОЛЬ/Л

Н. Г. Елманова, О. В. Смирнова, Н. М. Титова  
ФГНБУ НИИ медицинских проблем Севера  
Сибирский федеральный университет, Красноярск, Россия

Целью данного исследования явилось изучение особенностей клеточного иммунитета у больных механической желтухой доброкачественного генеза с уровнем билирубина более 200 мкмоль/л.

*Материалы и методы.* Было обследовано 11 больных МЖ доброкачественного генеза в возрасте от 33 до 71 лет, поступивших в 1-е хирургическое отделение ГКБ № 6. Контрольную группу составили 125 практически здоровых лиц в возрасте от 25 до 70 лет, сопоставимых по полу и возрасту с основной группой. Популяционный и субпопуляционный состав лимфоцитов крови оценивали с помощью метода непрямой иммунофлуоресценции лимфоцитов с использованием панели моноклональных антител к CD3<sup>+</sup>, CD4<sup>+</sup>, CD8<sup>+</sup>, CD16<sup>+</sup>, CD19<sup>+</sup>, HLA-DR (ТОО «Сорбент», г. Москва).

Статистическая обработка данных проводилась с помощью пакета прикладных программ Statistica 7.0 (StatSoft, USA). Анализ соответствия вида распределения признака закону нормального распределения проводился с использованием критерия Шапиро-Уилка. Описание выборки проводилось с помощью подсчета медианы (Me) и интерквартильного размаха в виде 25 и 75 процентилей (C<sub>25</sub> и C<sub>75</sub>). Достоверность различий между показателями независимых выборок оценивали по критерию Манна-Уитни ( $p < 0,05$ ).

*Результаты.* В группе больных МЖ доброкачественного генеза с уровнем билирубина свыше 200 мкмоль/л регистрировалось повышение числа лейкоцитов по сравнению с контрольной группой. Также у данных больных было снижение относительного и абсолютного числа CD3<sup>+</sup>-, CD4<sup>+</sup>-, CD8<sup>+</sup>-, CD16<sup>+</sup>-, CD25<sup>+</sup>-, CD72<sup>+</sup>-, CD95<sup>+</sup>-, HLA-DR<sup>+</sup>-клеток и относительного числа лимфоцитов по сравнению с практически здоровыми людьми. Относительное и абсолютное число CD19<sup>+</sup>-клеток статистически значимо не изменялось у больных МЖ доброкачественного генеза с уровнем билирубина более 200 мкмоль/л по сравнению с практически здоровыми людьми.

У больных механической желтухой доброкачественного генеза с уровнем билирубина более 200 мкмоль/л наблюдались лейкоцитоз, снижение содержания зрелых Т-лимфоцитов, Т-хелперов, цитотоксических клеток, активированных В- и Т-лимфоцитов. У исследуемых больных можно выявить развитие вторичного Т-клеточного иммунодефицита, вероятно, обусловленного токсическим действием высокого уровня билирубина.

# ПРОЯВЛЕНИЕ МУЛЬТИРЕЖИМНОСТИ И МУЛЬТИСТАБИЛЬНОСТИ В ПРОСТЕЙШЕЙ ЭКОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ЭВОЛЮЦИИ ПОПУЛЯЦИЙ

О. Л. Жданова, Е. Я. Фрисман

*ФГБУН «Институт автоматики и процессов управления ДВО РАН», Владивосток, Россия,  
axanka@iacp.dvo.ru*

*ФГБУН «Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН», Биробиджан,  
Россия, frisman@mail.ru*

Даже простейшие модели динамики численности популяций, учитывающие сезонность жизненного цикла, демонстрируют спектр динамических режимов, поражающий своим разнообразием. Ситуация усложняется возможностью одновременного сосуществования в рассматриваемых модельных системах различных предельных режимов динамики, переход между которыми определяется выбором начальных условий, так называемыми эффектами мультистабильности и мультирежимности. Эти феномены дают возможное объяснение механизмов смены динамических режимов, наблюдаемых в реальных биологических популяциях. Эколого-генетические модели обладают естественной мультистабильностью, так как весьма часто имеют несколько генетически различных равновесий, и переход между ними в ряде параметрических областей определяется начальными условиями. Это значит, что существуют области значений внутрипопуляционных параметров, в которых направление эволюции определяется набором начальных условий, т. е. в большей степени определяется влиянием случайных факторов. В связи с этим исследование областей мультистабильности и мультирежимности в эколого-генетических моделях представляется перспективным.

Данная работа дополняет исследование последствий  $r$ - $K$ -отбора по одному диаллельному локусу в однородной популяции изучением областей мультирежимности в данной модели, что позволяет оценить, насколько результаты действия отбора по приспособленностям в естественной ситуации, когда жизненные ресурсы ограничены, отличаются от классических представлений о последствиях естественного отбора, полученных на моделях для свободно размножающихся популяций (с постоянными фишеровскими приспособленностями генотипических групп).

Проведенное исследование показало, что в достаточно обширных биологически содержательных областях параметров возможно одновременное сосуществование нескольких различных предельных режимов, каждый из которых имеет собственный бассейн притяжения; при этом направление эволюции может определяться именно начальным состоянием популяции (т.е. в значительной мере подвержено влиянию случайных факторов). Показано, что в рассматриваемом случае можно выделить аналоги основных типов отбора на основе соотношения ресурсных параметров генотипов. Однако результаты их действия не полностью совпадают с полученными для свободно размножающихся популяций – без учета плотностного лимитирования.

*Работа выполнена при частичной поддержке РФФИ (проект 15-29-02658).*

## ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ КОРПОРАТИВНОЙ СОЦИАЛЬНОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТИ

Е. Н. Захарова, Г. В. Рублев

*Красноярский институт железнодорожного транспорта  
Красноярск, Россия gvrubl@mail.ru*

В настоящее время большое внимание уделяется развитию корпоративной социальной ответственности компаний, формирующейся за счет общественных ожиданий. По результатам исследования агентства Economist Intelligence Unit, 53 % опрошенных россиян считают, что сегодня бизнес не является социально ответственным, хотя в целом общество заинтересовано в том, чтобы корпорации осуществляли свою деятельность на принципах корпоративной социальной ответственности.

Необходимо отметить, что существуют два направления развития корпоративной социальной ответственности. Первое – это выполнение определенных социальных проектов и программ, осуществляемых по развитию собственного персонала компании, а также благотворительная помощь наименее обеспеченным и проблемным группам населения. Второе направление предполагает широкий доступ к отчетной информации по корпоративной социальной ответственности для проведения анализа и оценки деятельности компаний в области экономического и социального развития, а также экологической ответственности.

Если рассматривать корпоративную социальную ответственность с точки зрения деловой репутации, общественного имиджа, устойчивости и капитализации компаний, то необходимо выделить основные критерии принципов корпоративной социальной ответственности. Во-первых, принцип открытости, включающий прозрачность, публичность, достоверность и диалог. Во-вторых, системность, объединяющая направленность, единство в пространстве и во времени. В-третьих, значимость, которая включает актуальность, масштабность и эффективность. И, в-четвертых, предотвращение конфликтов, в т. ч. отказ от участия в предвыборных гонках, поддержке политических партий или отдельных политических деятелей, отказ от поддержки националистических движений.

Однако важно подчеркнуть, что социальная ответственность российских компаний в большинстве своем является формальной. Другой проблемой является отсутствие законодательного закрепления норм корпоративной социальной ответственности. Хотя, с одной стороны, компании ведут свою деятельность в соответствии с ожиданиями общества, зафиксированными на законодательном уровне, а с другой – органы государственной власти стремятся поощрять социально ответственные предприятия. Но на сегодняшний день в корпоративном секторе крайне слабо развито понимание того, что бизнес и государство разделяют ответственность не только за социально-трудовые отношения, но и отвечают за стабильность и благополучие общества.

# **МЕМБРАННАЯ МОДЕЛЬ БИОЛОГИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ НИЗКОИНТЕНСИВНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ В ОКРЕСТНОСТИ ФАЗОВОГО ПЕРЕХОДА ЛИПИДОВ**

В. Е. Захватаев

*КНЦ СО РАН, Красноярск, Россия*

Недавно экспериментально обнаружено, что в липидных мембранах на различных пространственных масштабах могут распространяться локализованные возмущения, аналогичные звуковым волнам, регулируемые термодинамическим состоянием липидов. В настоящей работе предложена минимальная модель генерации и распространения солитонов в липидных мембранах на наномасштабах в окрестности фазового перехода. Эта модель редуцирована в длинноволновом пределе к модифицированному уравнению Кортевега – де Фриза, обладающему многосолитонными решениями. Получены количественные оценки амплитуд, скоростей и пространственных масштабов солитонов. Обсуждаются механизмы биологического действия низкоинтенсивных физических факторов, связанные с фазовыми переходами в липидных мембранах и байстендер-эффектом.

## ПРОБЛЕМА ВЫБОРА НАИЛУЧШЕГО НАЧАЛА ХОЗЯЙСТВЕННОГО ГОДА

В. И. Зоркальцев

*Институт систем энергетики СО РАН им. Л. А. Мелентьева, Иркутск, Россия*

*zork@isem.irk.ru*

Внутригодовая интенсивность и эффективность деятельности во многих секторах экономики тесно связаны с природными годовыми циклами. Это проявляется в виде сезонности работ (сельское хозяйство, строительство, водный транспорт) или в виде сезонных колебаний экономической активности. Кроме природных факторов сезонности и сезонных колебаний на внутригодовые экономические ритмы существенно воздействует также годовая цикличность в планировании и отчетности, которая может по-разному сочетаться с природными циклами в зависимости от выбора даты начала хозяйственного (финансового, бюджетного) года.

У нас в России, как и во многих других странах, хозяйственный год начинается вместе с календарным годом 1 января. Изначально в странах христианского мира эта дата служила началом летоисчисления от очень условно предполагаемой даты рождения Иисуса Христа. Возникшие в результате реформ расхождения церковных и светских календарей лишили ее и такой мифической основы. Нет также никаких априорных экономических или идеологических преимуществ у этой даты и как момента начала хозяйственного года.

Поэтому вполне правомочна постановка проблемы выбора наилучшей даты начала хозяйственного года. Перенос начала хозяйственного года на другую дату не является невозможным. В случае целесообразности его можно осуществить вместе с переносом начала календарного года.

*Сколько новых годов в году.* В недалеком прошлом в разных странах существовало большое разнообразие систем исчисления времени. И теперь, наряду с широко признанным григорианским календарем (которым пользуемся и мы), бытуют также лунные и лунно-солнечные календари. Такие календари используются в буддийских и мусульманских странах. Лунно-солнечный календарь, по которому год начинается осенью, официально введен в Израиле.

По республиканскому календарю Великой французской революции год начинался с 5 октября. В Греции сохраняется приверженность юлианскому календарю, который, пусть и на вторых ролях, но сосуществует во многих странах, в том числе и в России (вспомним загадочный российский Старый Новый год).

У мусульман новый год исчисляется по лунному календарю (из-за чего эта дата ежегодно смещается в рамках григорианского календаря) и приходится на день, когда пророк Мухаммед вынужден был бежать из Мекки в Ясриб, который стал называться Мединой, городом пророка. Данный факт рассматривается как важнейший момент в основании новой веры. Причем эта дата (называется Хиджра – переселение) служит для летоисчисления, но не празднуется мусульманами.



В Израиле новый год, Рош-ха-шана, празднуется осенью, по лунно-солнечному календарю, в период с начала сентября по начало октября. Это первый день месяца Тишрен, когда было завершено сотворения мире (создан Адам, а все остальное было успешно сделано за предыдущие шесть дней). В этот же день в последующем произошли и другие важные исторические события. Из ковчега вышел Ной, Сара и Рахиль в это день зачали (похоже, в библейские времена медицина была точной наукой), евреи освободились из египетского плена. Еще более торжественным и чтимым является десятый день месяца Тишрен, Йом-Кипур. В этот день евреи получили «второй скрижаль завета». И весь Израиль замирает в этот день. А как же – на небесах решается судьба каждого на ближайший год. По предсказаниям именно в эту дату в будущем должен произойти тот самый великий Судный день, когда будут решены судьбы всех и навсегда.

Навруз, день нового года, приходящийся на весеннее равноденствие (21–22 марта). Бурно отмечается во многих странах и многими народами – Афганистан, Узбекистан, Туркмения, Таджикистан, Албания, Киргизия, Македония, Дагестан, Татарстан, Башкортостан, Синьцзян-Уйгурский район Китая, курды. Считается, что он появился еще в дописьменный период в Иране (Персия – колыбель цивилизаций). Является признанным Новым годом для зороастристов (очень древняя и ныне одна из крупных по числу приверженцев религия) и у бахаистов. Это молодая религия, зародившаяся в Иране в XIX веке, имеющая много приверженцев (в Хайфе, на севере Израиля, находится чудесный храм и изумительный сад бахаистов). А вот арабы, в том числе Сирия, а также официальная Турция, не признают праздник Навруз. Официально в Турции даже запрещается праздновать этот день, что является одним из элементов противостояния с курдами.

Китайский календарь уходит корнями также глубоко в историю до нашей эры. Китайский новый год и произошедшие от него новые года ряда азиатских народов (в том числе монголов, бурят) приходятся на второе полнолуние после зимнего солнцестояния. Китайцы ввели 12-летние и 60-летние циклы летоисчисления, с приписыванием каждому году названия зверя и делением года на 12 месяцев. Эта традиция была перенята буддистскими и мусульманскими странами с некоторыми расхождениями в названиях лет и датах начала года.

В странах Юго-Восточной Азии, хотя и находящихся исторически в ареале сильного воздействия издавна высокоразвитого Китая, даты нового года могут отличаться от китайского нового года. Например, в Лаосе он наступает в апреле.

Очень большое разнообразие дат нового года в Индии. В разных штатах эти даты очень разные. В истории этой великой страны, в древнейшей религии индуизм есть много разных поводов для введения дат летоисчисления. В некоторых районах Индии отмечают и по две даты нового года.

Племена майя в Мексике считают началом года 16 июня. Кельтские народы (Шотландия, Ирландия) – 1 апреля, день Хеллоуина.

На Руси, по некоторым сведениям, начало нового года в глубокой древности приходилось на зимний период, сразу после зимнего солнцестояния. Это отражает старинный праздник Коляда. Длительное время на Руси Новый год отмечался 1 марта. С конца XV века он был перенесен на сентябрь, поскольку Никейский собор уточнил, что сотворение мира было осуществлено вроде бы по преданиям Ветхого завета, осенью. В 1699 г. указом Петра I Новый год стал праздноваться по-европейски – с 1 января (тогда еще по юлианскому стилю) и от даты, близкой к предполагаемому дню Рождества Христова. На григорианский календарь Россия перешла после Октябрьской революции.

В Древнем Риме год начинался с 1 марта. Это отражается в используемых нами названиях месяцев. Октябрь – восьмой, ноябрь – девятый, декабрь – буквально десятый, а не двенадцатый. В начале I века Юлий Цезарь ввел свой календарь с началом года 1 января, не задумываясь о явном несовпадении названий месяцев. В этом отношении, мне кажется, для России были бы более уместны славянские коренные названия месяцев, которые используются на Украине и в Беларуси.

В настоящее время в ООН обсуждается реформа календаря и вполне возможна постановка вопроса о выборе оптимальной даты начала года нового календаря с позиций оптимизации влияния такой даты на экономическую деятельность, в том числе в России и других постсоветских странах.

Возможен вариант и с разнесением на разные даты начал календарного и хозяйственного годов. Это имело и имеет место в некоторых странах. Например, в СССР с 1921 по 1929 г. хозяйственный год начинался с 1 октября, хотя календарный год начинался с 1 января. В Турции финансовый год начинается с 1 марта, в США – с 1 октября (раньше начинался с 1 июля), в Швеции и Норвегии, Канаде – с 1 июля, в Японии, Англии, Канаде – с 1 апреля.

Возможны и ситуации, когда используются разные даты начала хозяйственного года в разных отраслях экономики. Например, с 1953 по 1956 г. хозяйственный год в животноводстве СССР начинался с 1 октября (в полном согласии с пословицей «цыплят по осени считают»). Наверное, возможен вариант и с назначением разных дат начала хозяйственного года в разных регионах (например, из-за того, что многие сезонные работы в регионах нашей огромной страны начинаются в разное время). Конечно, использование разных дат для начала хозяйственного года в разных регионах или в разных секторах экономики одной и той же страны имеет много неудобств. Ограничимся рассмотрением проблемы выбора единого для всех отраслей экономики и для всей территории нашей страны наилучшего начала хозяйственного года.

*Критерии для выбора наилучшей даты начала хозяйственного года.* В докладе будут представлены результаты развития исследований по выбору наилучшего сезона для начала хозяйственного года. В качестве представителей сезонов используются даты 1 января, 1 апреля, 1 июля и 1 октября. Рассматриваются три типа критериев для сопоставления.

1. Влияние даты начала хозяйственного года на качество годовых отчетов и планов.

2. Социальные последствия, в том числе влияние на возможности проведения массовых отпусков в наиболее благоприятные для жителей России периоды.

3. Влияние на среднегодовую эффективность производства и амплитуду сезонных колебаний. Далее будут представлены результаты исследований по этому критерию.

Пусть величина  $a_t > 0$  представляет интенсивность воздействия на эффективность производства в квартале хозяйственного года  $t$ -факторов, связанных с датой начала хозяйственного года. Наиболее сильно этот фактор будет проявляться в конце года, в четвертом квартале, когда наступает время для годовых отчетов, подведения итогов деятельности, окончательной выплаты налогов за год. На втором месте по силе проявления факторов активизации деятельности, связанных с годовой цикличностью в планировании и отчетности, будет конец полугодия. В наименьшей степени этот фактор стимулирует производственную активность в начале финансового года, когда еще не начали действовать новые годовые обязательства перед госбюджетными и иными организациями, когда еще не выделены деньги на работы предстоящего года, а подведение годовых отчетов представляется пока еще очень отдаленным во времени событием (неспроста начало финансового года во многих странах сопровождается хотя бы краткосрочными каникулами и отпусками). Считаем, что действие этого фактора циклически, с периодом, равным году, повторяется.

Итак,

$$a_1 < a_3 < a_2 < a_4, a_{t+4} = a_t. \quad (1)$$

Пусть величина  $b_t > 0$  представляет действие природных факторов по интенсивности производства в квартале  $t$  календарного года (начинающегося с 1 января). Для многих отраслей экономики справедливы неравенства:

$$b_1 < b_3 < b_2 < b_4. \quad (2)$$

От функции эффективности производства в отдельном квартале года  $f(a, b)$  потребуем выполнения двух свойств (для любых  $a > 0, b > 0, x > 0, y > 0$ ).

1. Эффективность растет с увеличением одного из факторов:

$$f(a+x, b) > f(a, b); f(a, b+y) > f(a, b). \quad (3)$$

2. Прирост эффективности при увеличении одного из факторов сокращается с возрастанием значения другого фактора:

$$\begin{aligned} f(a+x, b+y) - f(a, b+y) &< f(a+x, b) - f(a, b); \\ f(a+x, b+y) - f(a+x, b) &< f(a, b+y) - f(a, b). \end{aligned} \quad (4)$$

Эффективность производства в квартале календарного года  $t$  при начале хозяйственного года, сдвинутого на  $\tau = 0, 1, 2, 3$  кварталов, задается величиной

$$f_{\pi} = f(a_{t-\tau}, b_t).$$

В качестве критериев для сопоставления дат начала хозяйственного года можно использовать максимизацию годовой эффективности и минимизацию амплитуды сезонных колебаний. Эти критерии выражаются показателями:

$$F_{\tau} = \sum_{\pi=1}^4 f_{\pi}; \mathcal{G}_{\tau} = \max_{\pi} f_{\pi} - \min_{\pi} f_{\pi}.$$

Анонсируем следующие два утверждения.

Теорема 1. Из (1), (2), (3) следуют неравенства

$$\mathcal{G}_0 > \mathcal{G}_2, \mathcal{G}_2 > \mathcal{G}_1, \mathcal{G}_2 > \mathcal{G}_3.$$

Теорема 2. Из (1), (2), (4) следуют неравенства:

$$F_2 > F_0, \frac{1}{2}(F_1 + F_3) > F_2, F_1 > F_0, F_3 > F_0.$$

Неравенства в этих теоремах представляют отношения предпочтения между четырьмя датами начала хозяйственного года. Эти отношения неполные, то есть для некоторых пар дат нельзя, на основе этих неравенств, сказать, что какая-либо одна из них предпочтительнее другой. Причем отсутствие строгих неравенств между рассматриваемыми показателями для двух пар дат не означает, что их можно трактовать как одинаково эффективные.

Согласно теореме 1, наибольшие затраты на регулирование сезонных колебаний будут при существующей ныне дате хозяйственного года. Наименьшую амплитуду сезонных колебаний и, соответственно, наименьшие затраты на регулирование сезонных колебаний дает дата начала года с 1 апреля либо с 1 октября. Обе эти даты предпочтительнее, чем начало хозяйственного года с 1 января или с 1 июля.

Согласно теореме 2, существующая ныне дата хозяйственного года наименее эффективна по критерию среднегодовой эффективности производства. Наиболее эффективной является либо 1 апреля, либо 1 октября. Из второго неравенства (54) следует, что

$$\max\{F_1, F_3\} > F_2.$$

Итак, согласно приведенным теоремам, существующая дата начала хозяйственного года с 1 января (соответствующая  $\tau = 0$ ) является наименее эффективной. Дата начала хозяйственного года с 1 июля предпочтительнее, чем дата с 1 января. Наиболее предпочтительными являются даты начала хозяйственного года либо с 1 октября, либо с 1 апреля.

Аналогичные результаты дают исследования по первым двум группам критериев: наилучшими являются даты начала хозяйственного года либо с 1 октября, либо с 1 апреля.

*Исследования выполняются при финансовой поддержке РФФИ, грант № 15-07-07412а.*

# МОНИТОРИНГ СЕЙСМИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ ТЕРРИТОРИИ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ И ПРИЛЕГАЮЩИХ ТЕРРИТОРИЙ

А. А. Кабанов

*Красноярский филиал Института вычислительных технологий СО РАН – СКТБ «Наука»  
Красноярск, Россия, weller86@inbox.ru*

Региональный сейсмический мониторинг на территории Красноярского края и прилегающих территориях ведется с 2000 года (ГПКК «КНИИГиМС»). С 2008 года по заказу МПР РФ НП «ЭЦ РОПР» организовал Алтае-Саянский геодинамический полигон, который в настоящее время насчитывает 13 сейсмических станций, 7 электромагнитных (мониторинг ЕИЭМПЗ) и 4 пункта регистрации уровня концентрации радона в подземных водах. Зона ответственности полигона: Красноярский край (центральные и южные районы), Республика Хакасия, Республика Тыва, Алтайский край.

В 2016 г. на основе результатов мониторинга геодинамического полигона выполнен пространственный анализ сейсмических каталогов в информационных ячейках  $1 \times 1$  по широте и долготе, в том числе:

- а) суммарной выделившейся энергии при сейсмических событиях за 2014, 2015 и I квартал 2016 г.;
- б) средней интенсивности выделившейся энергии в информационных ячейках за I квартал 2016 г.

Пространственное распределение суммарной выделившейся энергии (далее – СВЭ) связано с особенностями структурно-тектонического строения исследуемой территории. В частности, общая структура поля СВЭ сохраняется как в 2014-м, так и в 2015 гг. и унаследована в I квартале 2016 г. Однако детали структуры СВЭ изменяются и характеризуют особенности геодинамических процессов в земной коре. Следует отметить, что в I квартале 2016 г. зафиксирован повышенный уровень дифференциации СВЭ. При этом структура СВЭ устойчиво коррелируется с расположением сейсмогенерирующих разломов и блоков земной коры. Сильные сейсмические события  $M \geq 3,5-5,0$  также приурочены в основном к зонам сейсмоактивных разломов. Относительно сильные сейсмические события ( $M \geq 3,5$ ) приурочены к относительно узким (до 200 км) вытянутым зонам, в которые входят все известные сейсмические очаги (Алтайский, Шапшальский, Бусингольский, Хубсугульский, Караганский и др.). При этом зона разрядки напряжений в виде сейсмических событий с  $M \geq 3,5$  окаймляет зону повышенной сейсмической эмиссии, приуроченной к очаговой зоне Каа-Хемских землетрясений (27.12.2011  $M = 6,5$  и 26.02.2012  $M = 6,7$ ). Можно констатировать, что Тывинские (Каа-Хемские) землетрясения привели к снятию напряжений в земной коре в Тыве и прилегающих районах Красноярского края. В процессе разрядки напряжений вокруг Каа-Хемского очага сформировалась кольцевая (до 400 км) зона деформаций сжатия в земной коре, к границам которой и приурочены наиболее сильные единичные сейсмические события в I квартале 2016 г.

## **ВЫДЕЛЕНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ В ДАННЫХ О ПРЕДВЕСТНИКАХ СИЛЬНЫХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ**

И. В. Казаков, А. Н. Мацулев, К. В. Симонов

*Институт вычислительного моделирования СО РАН*

*Институт химии и химической технологии СО РАН, Красноярск, Россия,*

*matsulev@icct.ru simonovkv@icm.krasn.ru*

Землетрясение является экстремальным проявлением геодинамической жизни сложной тектонической системы, которая долгое время «созревает» и на которую действуют различные внешние геофизические факторы, в частности приливные воздействия, приводящие в итоге к катастрофе. Внешними факторами могут быть как строго детерминированные положения небесных тел, так и различного рода физические факторы, имеющие стохастическую природу.

Одним из вычислительных инструментов анализа воздействий внешних факторов на твердую оболочку Земли являются модель и алгоритм расчета твердых приливов в земной коре, реализованные в программе `solid.exe`. Используя данную программу, получен расчет трехмерных координат смещения точки на твердой поверхности Земли в зависимости от времени и географических координат.

Для анализа землетрясений и сопоставления их с внешними факторами рассмотрен каталог землетрясений с магнитудой  $\geq 7$  начиная с 1911 г. Данные получены с помощью портала Национального управления океаническими и атмосферными исследованиями США.

Полученный каталог данных анализировался с помощью сингулярного спектрального анализа (SSA – SingularSpectrumAnalysis). При использовании данного метода ставилась задача выделить отдельные аддитивные составляющие исходного ряда, такие как тренд (гладкая и медленно меняющаяся часть ряда), различные колебательные и периодические компоненты, а также шумовую компоненту.

Представлены результаты работы программы «Гусеница» с каталогом сильнейших землетрясений, где приведены магнитуды последовательных землетрясений (порядковая нумерация), т. е., поскольку шкала времени фактически игнорируется, что дает возможность анализировать форму огибающей ряда магнитуд, что позволяет получать информацию, подобную известному методу «энергетический прогностический клин».

Актуальность выделения закономерностей в данных о предвестниках землетрясений очевидна, так как до сих пор ни один предложенный метод не может с высокой точностью определить время, место и силу землетрясений.

## ТРИГГЕРНЫЙ ЭФФЕКТ ПРИ ЯПОНСКОМ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИИ 11 МАРТА 2011 г.

В. Б. Кашкин

*Сибирский федеральный университет, Красноярск, Россия*

2010 и 2011 гг. богаты на экстремальные события. В апреле 2010 г. на глубоководной нефтяной платформе ВР в Мексиканском заливе произошла серьезная авария, за 86 дней вылилось более 1 млн т нефти. Нефть покрыла пленкой огромные участки водной поверхности. Это сказалось на процессе испарения воды. Мексиканский залив и вытекающее из него течение Гольфстрим – это источники огромного количества влаги и тепла для атмосферы. Атмосфера недополучила обычное количество влаги и до  $10^{17}$  Дж тепла. Нарушился нормальный ход атмосферной циркуляции.

Летом 2010 г. в Европейской части России стояла необычно жаркая погода (до  $40^{\circ}\text{C}$ ), произошли катастрофические пожары в Московской, Нижегородской и др. областях. В декабре 2010 г. сильнейшие за последние 100 лет морозы посетили Англию. Из-за этого были закрыты на время оба лондонских аэропорта. В Германии в течение ноября-декабря 2010 г. стояли необычные для этих мест морозы, доходившие ночью до  $-20^{\circ}\text{C}$ , сохранялся стабильный снежный покров толщиной около 10 см.

Весной 2011 г. понизилась температура в стратосфере полярных областей Северного полушария, возник обширный антициклон, температура в его центре упала ниже  $-82^{\circ}\text{C}$ . С января по апрель 2011 г. в арктической стратосфере наблюдался гигантский полярный вихрь, который имел скорость вращения до 15–20 м/с, но вращение было неравномерным и сопровождалось скачками скорости. В марте вблизи полюса содержание озона существенно уменьшалось, появилась Арктическая озонная аномалия.

В отличие от аномалии Южного полушария, Арктическая озонная аномалия не осталась на месте, а к концу марта сместилась на восток и сократилась в размерах. При этом скорость вращения в приполярной области упала до 3 м/с. Озонная аномалия накрыла Европейскую и Азиатскую части России южнее  $70^{\circ}$  с. ш., причем на севере Западной Сибири и Красноярского края общее содержание озона заметно уменьшилось.

Арктическая и Антарктическая озонные аномалии – это внутренние части вихря с центром на полюсе. Общим у аномалий является низкая температура ( $-78^{\circ}\text{C}$  и менее), пониженное содержание озона в приполярной области и большая скорость ветра в пределах всего циркумполярного вихря.

Озоновая дыра – не единственное экстремальное событие марта 2011 г. в Северном полушарии. 11 марта в Японии произошло катастрофическое землетрясение магнитудой 9. Есть основание считать, что триггером, непосредственно вызвавшим его, мог стать скачок скорости ветра.

## ИЗМЕНЕНИЕ МЕТАНА В АТМОСФЕРЕ ВО ВРЕМЯ СЕЙСМИЧЕСКИХ СОБЫТИЙ 2011 И 2012 ГГ. В ТУВЕ

В. Б. Кашкин, Е. С. Дюбо, Т. В. Рублева, Е. Г. Швецов

*Сибирский федеральный университет*

*Институт леса СО РАН, Красноярск, Россия*

*jenikak@mail.ru*

Становится все более актуальной проблема дегазации Земли, связанная с выделением потоков эндогенных газов, их взаимодействием с атмосферными газами, с фотохимическими процессами в приземной области над сейсмоактивной зоной. В литературе описан ряд сейсмических событий, когда происходит увеличение количества водорода, гелия и общего содержания озона в очаговой области за 2–3 сут. до землетрясения.

В данной работе исследовалось изменение общего содержания метана  $\text{CH}_4$  в сейсмоактивных зонах Тувы. Во время землетрясений метан выделялся из трещин и разломов подстилающей поверхности и быстро достигал высоты в 10–15 км. Изменение количества метана в сейсмоактивных областях изучалось по данным радиометра AIRS (Atmospheric InfraRed Sounder) – спутник Aqua (USA, 2002 г.). Измерения прибором AIRS проводятся в надир с пространственным разрешением 13,5 км. Полоса обзора – 1650 км. Радиометр высокого спектрального разрешения AIRS измеряет ИК-излучение в диапазоне от 3,75 до 15,4 мкм, включая полосу поглощения метана (7,66 мкм). Спектральное разрешение  $2 \text{ см}^{-1}$ . Спутниковая информация находится в базе данных открытого доступа по адресу <http://airs.jpl.nasa.gov/>.

Для исследования были выбраны землетрясения, произошедшие 27.12.2011 г. (UTC 15:21:55) и 26.02.2012 г. (UTC 6:17:20) в Туве. Глубина гипоцентра составила 17 и 11,7 км соответственно. Координаты эпицентров сейсмических событий в 2011 г. ( $51,82^\circ$  с. ш.,  $95,93^\circ$  в. д.) и 2012 г. ( $51,73^\circ$  с. ш.,  $95,92^\circ$  в. д.), т. е. землетрясения произошли на одной и той же территории с интервалом в два месяца. Магнитуда обоих землетрясений 6,7.

Анализировалось общее содержание метана за 20 дней (10 дней до и 10 дней после землетрясения). До сейсмического события количество метана в эпицентральной области менялось в 2011 г. от  $3,25 \cdot 10^{19}$  до  $3,61 \cdot 10^{19}$  молекул/ $\text{см}^2$ , в 2012 г. от  $3,27 \cdot 10^{19}$  до  $3,61 \cdot 10^{19}$  молекул/ $\text{см}^2$ . Коэффициент корреляции между рядами данных равен 0,71, что указывает на высокую схожесть процессов выделения газа  $\text{CH}_4$  в исследуемой зоне до землетрясений.

По данным сенсора ATOVS спутника NOAA (NASA, США) исследовались изменения температуры в тропосфере на изобарических уровнях 200 и 400 гПа в эпицентральных областях землетрясений с 01.12.2011 г. по 07.03.2012 г. Выявлено, что накануне сейсмических событий наблюдается резкое повышение температуры и увеличение давления.



## АТМОСФЕРНЫЕ ЭФФЕКТЫ ПРИ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИИ В ЯПОНИИ (2011 г.) ПО ДАННЫМ КОСМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

В. Б. Кашкин, Т. В. Рублева, Р. В. Одинцов

Сибирский федеральный университет, Красноярск, Россия

rtcvbk@rambler.ru

Сейсмическая активность сопровождается воздействием очага землетрясения на приземной слой атмосферы, в результате за несколько дней до катастрофического события возникают различные аномальные изменения в воздушной среде. В частности, непосредственно в момент землетрясения происходит резкое увеличение потока газов из внутренних областей Земли и активизируются процессы дегазации над сейсмообластями.

В работе анализировались спутниковые данные по общему содержанию озона (ОСО) и температуре над эпицентральной областью землетрясения ( $M = 9,0-9,1$ ), произошедшего в Японии (около восточного побережья о-ва Хонсю) в марте 2011 г. Для изучения был выбран эпицентр землетрясения с географическими координатами  $38^\circ$  с. ш.  $142^\circ$  в. д. ОСО определялось по данным спектрометра OMI (Ozone Monitoring Instrument, КА AURA), измеряющего интенсивность уходящего солнечного излучения в УФ-диапазоне (каналы UV-1, UV-2 – 270–380 нм) со спектральным разрешением 0,45 нм. Погрешность измерений составляет 2–4 %. Информация о вертикальных профилях температуры получена с помощью аппаратуры ATOVS (Advanced TIROS Operational Vertical Sounder, КА NOAA серии POES). При восстановлении профилей решается обратная задача, для этого используется пакет прикладных программ IAPP. Поле вертикальных профилей температуры атмосферы определяется на неравномерной сетке из 600 точек, выбираемых из условия получения заметной разницы в значениях между соседними точками. Стандартное отклонение данных ATOVS по температуре от показаний радиозондов составляет 1,3 К.

По данным ATOVS изучались изменения температуры  $T$  на изобарических уровнях 200 и 450 гПа в период наибольшей сейсмической активности (с 27.02 по 28.03.2011 г.). Коэффициент корреляции между временными рядами  $T$  на этих уровнях составил  $R = -0,86$ . Вероятно, в это время из эпицентра в атмосферу поступали интенсивные ударно-акустические колебания, которые привели к увеличению волновой активности в тропосфере.

Анализ состояния озонового слоя над эпицентральной областью показал, что с 7 до 11 марта общее содержание озона (ОСО) увеличилось с 344 до 412 е.Д. (1 е.Д. =  $10^{-3}$  см). Над эпицентром «облако с повышенным содержанием озона» просуществовало семь дней (с 7 по 14 марта), что, вероятно, связано с продолжающейся сейсмической активностью в данном регионе и дополнительным притоком количества озона в приземном атмосферном слое. Представленные в работе результаты демонстрируют отдельные, но весьма характерные тропосферные эффекты, связанные с сейсмической активностью в момент землетрясения.

# **ЭФФЕКТЫ СЕГРЕГАЦИИ ПРИ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОМ КАВИТАЦИОННОМ ВОЗДЕЙСТВИИ НА НАНОСТРУКТУРИРОВАННУЮ ВОДОУГОЛЬНУЮ СУСПЕНЗИЮ**

Л. В. Кашкина, Т. Ю. Емельянова, О. П. Стебелева,  
Э. А. Петраковская, И. В. Немцев, А. В. Черепяхин  
*ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет»  
ФГБУН «Институт физики им. Л. В. Киренского СО РАН»  
СКТБ «Наука» КНЦ СО РАН  
Красноярск, Россия, sfugeo@mail.ru*

Синтезирован и исследован композиционный материал – высококонцентрированная водоугольная суспензия (ВУС), дисперсной фазой которой является смесь мелкодисперсного бурого угля и наноразмерных частиц углерода Т-900 (ТУ). При получении ВУС использовался высокоскоростной блендер, режимы работы 3000, 5000 и 10 000 об/мин (кавитационный режим). Изучены свойства ВУС, получение которой сопровождалось гидродинамической кавитацией.

Показано, что наночастицы Т-900 выступают в суспензии в качестве диспергирующего агента, изменяя степень структурирования системы.

Присутствие в дисперсной фазе малых концентраций Т-900 (0,04–2 % масс) изменяет гранулометрический состав высокодисперсной компоненты (менее 3 мкм), повышает агрегативную и седиментационную устойчивость. Кривые динамической вязкости материала аппроксимируются степенной функцией. Влияние концентрации Т-900 на вязкость носит нелинейный характер.

Проведен анализ изображения поверхности угольных частиц и Т-900 на растровом электронном микроскопе (РЭМ) и их элементный анализ локальных участков на микрозондовом анализаторе Bruker Quantax 70. При кавитации в ВУС изменяется химический состав поверхности частиц угля и Т-900. Предполагается, что это вызвано поверхностной сегрегацией примесей в процессе интенсивного перемешивания и их локализацией вблизи границы схлопывающихся кавитационных пузырьков.

Эти данные подтверждаются результатами электронного магнитного резонанса (ЭМР-спектрометр X-диапазона SE/X-2544, Брукер). В составе частиц дисперсной фазы наблюдаются примеси (магнитные ионы железа, хрома, кобальта), ионы кислорода, серы, кремния. После кавитации спектры ЭМР фиксируют изменение их электронной структуры за счет возникновения новых структур в виде более крупных металлических частиц.

Изучены теплофизические свойства дисперсной фазы ВУС. Обсуждается изменение ее процесса горения при температурах свыше 500 °С при различных концентрациях Т-900 и различных режимах синтеза, включая кавитационный.

## **ИЗУЧЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ПОСЛЕДСТВИЙ ОПТИМАЛЬНОГО ПРОМЫСЛА НА ПРИМЕРЕ МЕНДЕЛЕВСКОЙ ПОПУЛЯЦИИ**

Е. А. Колбина, Е. Я. Фрисман

*ФГБУН «Институт автоматики и процессов управления ДВО РАН», Владивосток, Россия*

*ФГБУН «Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН»,*

*Биробиджан, Россия*

В большой серии современных исследований отмечено почти катастрофическое снижение эффективной численности популяций и потеря генетического разнообразия в результате антропогенного воздействия. Причем эти негативные для биологических видов тенденции наблюдаются не только в промыслаемых популяциях (например, изменение генетической структуры породобразующих деревьев при восстановлении лесов после вырубки), промысловых видов рыб, но и в популяциях, которые явно не эксплуатируются, а испытывают на себе влияние антропогенного воздействия за счет фрагментации и сокращения среды обитания (например, генетические изменения в популяции саламандры). Окончательное решение вопроса, что происходит с адаптивной изменчивостью видов на фоне антропогенного воздействия, не является очевидным и тоже привлекает интерес исследователей.

В работе исследуется математическая модель динамики численности и генетического состава менделевской однолокусной популяции с плотностно-зависимым отбором, подверженной промыслу. Проведен сравнительный анализ динамики неэксплуатируемой популяции и популяции, подверженной промыслу. Показано, что в состоянии, обеспечивающем максимальный уровень изъятия, значение генетического состава остается таким же, как и в случае, когда промысел отсутствует, а равновесное значение численности снижается в два раза. Также показано, что при линейном виде функций в равновесии генетический состав популяции не зависит от ее численности. Показано, что условия существования равновесных значений в целом при отсутствии промысла и при его воздействии одинаковы.

Особое внимание уделяется изучению возможности сохранения или утраты полиморфизма в результате оптимального равновесного промысла. Показано, что в условиях плотностно-зависимого отбора вылов приводит к изменению внутрипопуляционных параметров; в результате более приспособленными могут оказываться те генотипы, которые были наименее приспособлены в неэксплуатируемой популяции; соответственно, изменится генетический состав популяции в равновесии. Т. е. генетически мономорфное равновесие может потерять устойчивость и в популяции сохранится полиморфизм; или наоборот, полиморфное равновесие потеряет устойчивость и в популяции установится мономорфизм. Таким образом, оптимальный промысел в одних случаях способен сохранить генетическое разнообразие популяции, в других – привести к его утрате.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ САМОИЗРЕЖИВАНИЯ В ОДНОВОЗРАСТНЫХ ДРЕВОСТОЯХ

А. Н. Колобов, Е. Я. Фрисман

*Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН, Биробиджан, Россия  
alex\_0201@mail.ru*

В работе приводятся результаты исследования процессов изреживания в одновозрастных древостоях на основе имитационной модели динамики смешанных древесных сообществ. Модель предназначена для описания динамики численности, запаса древостоев, а также процессов формирования пространственного распределения, возрастной структуры и видового состава смешанных древесных сообществ. Она позволяет проводить вычислительные эксперименты с различными комбинациями видовой и возрастной структуры древостоя, произрастающих на территории с умеренным климатом, где основным системообразующим фактором формирования и развития лесных экосистем является свет. Модель содержит несколько уравнений и параметров, большинство из которых можно оценить на основе имеющихся стандартных данных лесной таксации. На основе предложенной модели исследовали процессы самоизреживания в одновозрастном еловом древостое. Анализировали влияние начального пространственного и возрастного распределения деревьев на динамику древостоя. Древостой считается одновозрастным, если разница в возрасте деревьев не превышает длительность одного класса возраста. Для хвойных и твердолиственных пород семенного происхождения класс возраста составляет 20 лет. Рассматривали семь возрастных групп деревьев от 1 до 7 лет соответственно. Начальная численность каждой группы имеет экспоненциальное распределение и вычисляется по следующей формуле:  $N(0,i) = N(0) \cdot p_i / \sum_{i=1}^n p_i$ ,  $p_i = \frac{1-p}{1-p^{n+1}} \cdot p^i$ , где  $p = \text{const} < 1$ ,  $i = 1, K_n$ ,  $n$  – число групп,  $N(0)$  – общая численность деревьев. Такая возрастная структура обеспечивает неоднородность состава популяции деревьев с различной интенсивностью отпада. В качестве начального пространственного размещения деревьев рассматривали регулярное, кластерное и однородное распределение Пуассона. Наилучшее соответствие между реальными и модельными данными были получены при начальном Пуассоновском пространственном распределении деревьев со следующей возрастной структурой:  $P_1 = 0,552$ ,  $P_2 = 0,248$ ,  $P_3 = 0,112$ ,  $P_4 = 0,05$ ,  $P_5 = 0,023$ ,  $P_6 = 0,01$ ,  $P_7 = 0,005$ . При регулярном начальном пространственном распределении деревьев характер динамики такой, что в определенный момент времени происходит резкое падение численности. Показано, что для адекватного описания процесса самоизреживания необходим случайный характер пространственного распределения и наличие нескольких групп деревьев с различной интенсивностью отпада. Вычислительные эксперименты показали, что для елового древостоя достаточно 5–7 возрастных групп.

*Исследования проведены при финансовой поддержке РФФИ (проект № 15-29-02658 офи-м) и комплексной программы ДВО РАН «Дальний Восток».*

# АГЕНТ-ОРИЕНТИРОВАННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КОЛЕБАТЕЛЬНОЙ ДИНАМИКИ ЧИСЛЕННОСТИ ЗАНЯТОГО НАСЕЛЕНИЯ

А. Н. Колобов, М. Ю. Хавинсон

*Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН*

*Биробиджан, Россия, alex\_0201@mail.ru*

Колебательные и сложные режимы динамики социально-экономических систем до сих пор являются недостаточно изученными, а их содержательные интерпретации – дискуссионными. Выявляются новые феноменологические закономерности в социально-экономических временных рядах, одной из которых являются структурные колебания численности занятого населения в разрезе возрастных групп. Моделирование этих колебаний позволило объяснить возникающие динамические режимы численности разновозрастных занятых фактором взаимодействия занятых, например, в виде взаимной помощи (симбиоза) или конкуренции. При этом осталось неясным, каков вклад в наблюдаемые колебания индивидуальных или групповых стратегий трудоустройства занятых. Для исследования влияния различных стратегий трудоустройства работников на динамику численности занятых разработана имитационная агент-ориентированная модель.

Рассматривается гипотетическая социально-экономическая система с занятыми различных возрастов, которые распределяются по трем условным отраслям экономики и с течением времени переходят из одной отрасли в другую. В качестве начального распределения рассматриваются шесть возрастных групп занятых (агентов): 16–23 лет, 24–31 лет, 32–39 лет, 40–47 лет, 48–55 лет, 56–63 лет. У представителей каждой возрастной группы есть стратегия движения по отраслям с целью максимизации одного из трех параметров: зарплаты, престижа или условий труда. Каждая отрасль оценена по трехбалльной шкале (наивысший класс, средний класс, низкий класс), исходя из величины зарплаты, уровня престижа и условий труда. Оценки выбраны таким образом, чтобы каждая отрасль лидировала только по одному показателю. Представляет интерес, как будут распределяться численности занятых по отраслям в результате реализации групповых стратегий и «вымывания» численности занятых отдельных возрастных групп (такой эффект может создать, например, миграция населения).

Результаты базового агент-ориентированного моделирования показали, что различные стратегии разновозрастных занятых приводят к различной численности работников в отраслях. Вытеснение отдельных возрастных групп приводит к периодическим режимам динамики численности работников в отраслях или в отдельных случаях к обнулению численности работников одной или двух отраслей.

*Публикация подготовлена в рамках поддержанного РГНФ научного проекта №15-02-00259.*

# МЕТОДОЛОГИЯ КОГНИТИВНОГО КОНТРОЛЯ ПОВЕДЕНИЯ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Ю. В. Коловский

ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», Красноярск, Россия  
kolovskiuv@gmail.com

Методология – система принципов и способов организации и построения теоретической и практической деятельности в рамках жизненного цикла объекта искусственной природы (технического комплекса), учение об этой системе. Сложность (complexity) – свойство технической системы, выражающееся в *неожиданности, непредсказуемости, необъяснимости, случайности* ее поведения. Сложная техническая система (СТС) – система, модель которой используется для управления системой, неадекватна заданной цели из-за: ограниченности ресурсов (большая система); *недостижимости изоморфизма* используемой модели (сложная система) и пр. Приведенные понятия однозначно указывают на ключевую проблему СТС – низкую надежность и эффективность ее поведения, из-за случайности комплекса неустранимых внешних и внутренних воздействий на СТС.

Рассмотрена роль, принципы организации и способы реализации когнитивного контроля поведения (ККП) СТС на примере крупногабаритных трансформируемых гибридных зеркальных антенных систем (АС), исполняющих важнейшую коммуникационную функцию в составе перспективных связных космических аппаратов (КА).

В настоящее время ведутся разработки АС с диаметром апертуры от 10 до 100 м, на частоты до 900 ГГц. Конструкции АС КА, при высоких требованиях к стабильности геометрических характеристик и сравнительно небольшой массе, имеют малую жесткость, высокий уровень температурных, механических и других видов деформаций. Повышение квалитетических характеристик АС и КА на всех этапах жизненного цикла обеспечивают конвергентные технологии, и в первую очередь за счет ККП.

Разработка методического, аппаратного и программного обеспечения ККП ведется в СФУ на базе кафедр «Инфокоммуникации», «Приборостроение и наноэлектроника»; НОЦ «Прикладная нейроинформатика» во взаимодействии с АО ИСС, АО НПП РС. Создаваемые автономные комплексы ККП ориентированы, прежде всего, на квалитетическое обеспечение жизненного цикла различных радиотехнических объектов, в том числе для КА, имеющего в своем составе АС КА. Разработанный и прошедший производственные испытания лабораторный образец ККП «СКИФ» в режиме реального времени формирует динамические топограммы отклонений реальных поверхностей узлов и элементов АС и КА, их взаимное положение. Накапливаемая информация о геометрических характеристиках КА позволяет диагностировать эксплуатационные радиотехнические характеристики АС. Создается замкнутый контур автоматизированного формирования эксплуатационных характеристик КА.

## УСТАНОВКА 915 МГц ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

А. Ф. Копылов, В. Ф. Пьянков, О. В. Крюкова

*Сибирский федеральный университет*

*КНЦ СО РАН, Красноярск, Россия*

*koraph@yandex.ru, olikru@yandex.ru*

Установка предназначена для одновременного облучения восьми мелких животных (мышей) в лабораторных условиях СВЧ энергией частоты 915 МГц. Основной частью установки является цилиндрический резонатор (ЦР), в котором по принципу «карусели» расположены метаболические камеры для помещения в них облучаемых мышей. Карусельное расположение облучаемых животных, на наш взгляд, является весьма удачным, так как позволяет обеспечить одновременное облучение большого количества животных при равномерном распределении облучающего СВЧ-поля между животными. Установка работает следующим образом: с СВЧ-генератора амплитудно-модулированный частотой 100 КГц сигнал частотой 915 МГц подается через два каскадно включенных между собой направленных ответвителя (НО) в прямоугольный волновод сечением 9×18 см, являющийся конструктивной основой всей установки. Первый НО включен по схеме ответвления части падающей волны, второй – по схеме ответвления части отраженной волны. Первый НО позволяет контролировать уровень падающей СВЧ-мощности в установке, второй – уровень СВЧ-мощности, отраженной от входа прямоугольного волновода. Огибающая модулированного СВЧ-сигнала через амплитудный детектор падающей волны поступает на вход двух индикаторов – индикатора проходящего через установку сигнала и индикатора коэффициента стоячей волны напряжения (КСВН) со входа измеряемого устройства. Далее СВЧ-сигнал поступает на кабель, соединяющий второй НО и прямоугольный волновод, и через штыревой четвертьволновый резонатор, расположенный в центре широкой стенки волновода, возбуждает СВЧ-колебания в прямоугольном волноводе. СВЧ-колебания через отрезок прямоугольного волновода, в котором расположены согласующие металлические винты, поступают в ЦР также через штыревой четвертьволновый резонатор, расположенный в центре ЦР. В ЦР за метаболическими камерами установлен еще один штыревой четвертьволновый резонатор, который позволяет снимать сигнал, прошедший через ЦР, для оценки величины СВЧ-сигнала, поглощенного в метаболических камерах. Нами проведены исследования прошедшего и отраженного СВЧ-сигналов для двух случаев: первый – без имитаторов мышей, второй – с имитаторами мышей, что позволяет оценить величину СВЧ-сигнала, поглощенного имитаторами мышей. Имитаторами лабораторных животных служат 20-граммовые медицинские пластиковые шприцы, в которых набрано около 15 граммов водно-солевого раствора, имитирующего тела мышей. Получено, что при восьми симметрично расположенных метаболических камерах величина поглощаемого имитаторами мышей сигнала составляет около 20 % мощности, поданной в систему с генератора.

# ОЦЕНКА НАКАТА КАТАСТРОФИЧЕСКИХ ВОЛН С УЧЕТОМ ЕЕ КРУТИЗНЫ

Н. О. Кудря, К. В. Симонов

*Сибирский федеральный университет, Институт космических  
и информационных технологий*

*Институт вычислительного моделирования СО РАН, Красноярск, Россия  
kudrya\_nadezhda@mail.ru, simonovkv@icm.krasn.ru*

Работа посвящена оценке наката катастрофических волн на плоский откос без обрушения и с учетом параметра крутизны на основе данных наблюдений о проявлениях волн в береговой зоне. В качестве проявления цунами в береговой зоне рассматриваются шевронные дюны – следы наката изучаемых катастрофических волн. Уравнения нелинейной мелкой воды служат для адекватного описания трансформации волн типа цунами, образованных, в частности, от падения метеоритов и астероидов в океан. Следы падения в виде подводных импактных кратеров определяют параметры вероятного источника катастрофических волн.

При исследовании параметров наката нелинейно деформированных волн на берег ключевыми являются такие параметры, как максимальная высота наката  $R_{max}$  и крутизна  $s$ . Высота наката быстро увеличивается, когда крутизна волны увеличивается, она стремится к бесконечности для коротких волн, что теоретически может быть описано моделью в задаче, где волны считаются необрушенными.

В реальных условиях обрушение волны будет связано с высотой наката. Максимальная высота наката может быть аппроксимирована (в измеряемых переменных) почти корневой зависимостью:

$$R_{max} = 2\pi a \sqrt{\frac{2L}{\lambda}} \left[ \frac{s}{ak} \right]^{0,47},$$

где  $a$  – амплитуда волны,  $s$  – локальная крутизна волны,  $s_0 = ak$  – начальная крутизна волны ( $k$  – волновое число),  $L$  – протяженность зоны наката,  $\lambda$  – длина волны.

В работе представлена вычислительная методика расчета наката катастрофического цунами на откос на основе формулы максимального наката волны цунами и некоторых приближений. Зная высоту наката и глубину отката, можно рассчитать дальность наката и отката, поскольку угол наклона берега известен. Нелинейная теория мелкой воды позволяет также исследовать характеристики обрушения волн на берегу. В частности, нелинейная деформация волны на подходе к берегу приводит к более раннему обрушению переднего склона.



# **АКТИВАЦИЯ И ИНГИБИРОВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ПОД ДЕЙСТВИЕМ НИЗКОДОЗОВОЙ РАДИАЦИИ. БИОЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЙ МОНИТОРИНГ**

Н. С. Кудряшева, Т. В. Рожко, А. С. Петрова, О. А. Гусейнов  
*Институт биофизики СО РАН*  
*Сибирский федеральный университет, Красноярск, Россия,*  
*n\_qdr@yahoo.com*

Люминесцентные морские бактерии уже несколько десятилетий используются в качестве клеточного биотеста для оценки токсичности водных растворов. Тестовым параметром физиологической активности бактерий является интенсивность биолюминесценции. Благодаря простоте и высокой скорости анализа, бактерии являются удобным объектом для изучения биологического действия низкоинтенсивных факторов окружающей среды, в частности, низкодозовой радиации. В течение последних десяти лет исследуется биологический отклик клеток на воздействие излучения различного типа (альфа, бета, гамма) при различных интенсивностях и временах облучения. Выявлены биологические эффекты таких радионуклидов, как америций-241, уран-235+238, тритий. Для оценки механизмов этих воздействий использован комплекс кинетических, биохимических, микроскопических, генетических и радиометрических методов.

Методом рестрикционного анализа продемонстрировано отсутствие мутаций в бактериальной ДНК в условиях низкодозовой нагрузки. Поэтому эффекты низкодозовой радиации могут быть рассмотрены с точки зрения новой концепции – экспозомики, которая, в дополнение к геномике, рассматривает негенетическое влияние внешних условий на организмы и их структурные компоненты. В частности, для клеточных систем актуально рассмотрение эффективности трансмембранных, ферментативных и др. процессов.

Продемонстрировано отсутствие линейной зависимости доза – эффект при низкодозовых воздействиях на бактерии. В кинетике биолюминесценции бактерий в растворах альфа- и бета-излучающих радионуклидов (соответственно, америций-241 и тритий) выделено три стадии: 1) – отсутствие эффекта (или распознавание стресс-фактора), 2) – активация (или адаптивная реакция) и 3) – ингибирование (подавление физиологической функции или радиационная токсичность). Такой отклик приписан явлению радиационного гормезиса. Рассмотрена роль активных форм кислорода (вторичных продуктов радиационного распада в водных растворах) и ионизации среды в процессах активации и ингибирования биолюминесценции радионуклидами. С использованием пленок, меченных тритием, т. е. в условиях, препятствующих проникновению радионуклида в клетки, продемонстрирована роль мембранных процессов в низкодозовых воздействиях на бактерии.

Для растворов альфа- и бета-излучающих радионуклидов и гамма-радиации продемонстрированы зависимость биологического эффекта от времени радиационного воздействия и отсутствие зависимости от удельной радиоактивности раствора (или мощности дозы). Не выявлено активации при низкодозовом гамма-воздействии.

# МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ЛИНЕЙНЫХ ЦЕПОЧЕК ПОПУЛЯЦИЙ: ЭФФЕКТЫ КЛАСТЕРИЗАЦИИ И СИНХРОНИЗАЦИИ

М. П. Кулаков

*ФГБУН «Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН»  
Биробиджан, Россия, k\_matvey@mail.ru*

Работа посвящена изучению механизмов и закономерностей формирования пространственной динамики в популяциях, представляющих собой линейные цепочки из групп особей или субпопуляций, локально связанных между собой миграцией. Такая форма ареала возникает для популяций животных, у которых ареал вытянут вдоль какого-либо природного объекта, например русла реки, долинного комплекса, склона горы, границы между лесом и лугом. Для таких популяций изучается процесс расселения особей по линейному ареалу из единственной локальной субпопуляции с ненулевой численностью. Такое расселение или колонизация наблюдается, например, в случае катастрофического уничтожения популяции почти на всем ареале и последующего его восстановления из единственной выжившей популяции. Кроме того, такая ситуация характерна для новых и пионерских для данной территории видов, заселяющих территорию.

В качестве модели динамики такой популяции используется цепочка локально диссипативно связанных логистических отображений Рикера. В результате показано, что колонизация линейного ареала проходит в два этапа. На первом этапе происходит первичное заполнение ареала, которое сопровождается быстрым ростом численности, серией релаксационных колебаний и формированием квазистационарной динамики, когда субпопуляции продолжительное время практически не испытывают колебания. На втором этапе квазистационарная динамика разрушается и формируются устойчивые колебания численности. В плоскости номера элемента и дискретного времени эти два этапа выглядят как два треугольника (в первом – нулевая численность, во втором – константа). При определенных длинах цепочки или кольца эти колебания в разных частях ареала становятся несинхронными и формируются кластеры. Кроме того, в простейшем случае существует граничная субпопуляция, разделяющая эти кластеры, и в ряде случаев она не испытывает колебаний. Ее существование определяется четным или нечетным порядком числа субпопуляций в цепочке или кольце.

Неожиданно оказалось, что при очень незначительной силе связи (миграции) полностью отсутствует второй этап колонизации. После начального заполнения ареала, который занимает намного больше времени, сразу формируется периодическая динамика, которая при различных длинах цепочек приводит к кластерам разнообразных размеров и форм. Таким образом, в работе было показано принципиальное наличие сложной зависимости вида и размеров формируемых кластеров от длины цепочки или кольца миграционно связанных популяций.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект № 15-29-02658 офи\_м.*

# МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ЧИСЛЕННОСТИ НАСЕЛЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ ФЕДЕРАЛЬНЫХ ОКРУГОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ: ГРАВИТАЦИОННЫЙ ПОДХОД

М. П. Кулаков, М. Ю. Хавинсон

*Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН, Биробиджан, Россия  
k\_matvey@mail.ru, havinson@list.ru*

В работе предлагается модель динамики численности нескольких групп населения, связанных между собой миграционными потоками. Модель представляет собой систему связанных обыкновенных дифференциальных уравнений. Динамика каждой группы моделируется уравнением ограниченного роста. Связь описывается дополнительным членом, который по типу гравитационного взаимодействия складывается из произведений численностей двух взаимодействующих территорий (откуда и куда происходит миграция) и коэффициента привлекательности территории. При подобном способе описания взаимодействия, территория с большим населением обладает большей привлекательностью для граждан (притяжением), однако она же способна показать максимальный миграционный отток населения, при условии ее непривлекательности и большей привлекательности другой территории.

Предложенная модель была верифицирована по данным динамики трех агрегированных групп регионов Российской Федерации. Первый – Центральный и Северо-Западный федеральный округ, второй – Южный, Северо-Кавказский и Приволжский федеральный округ, третий – Уральский, Сибирский и Дальневосточный федеральный округ. Основаниями включения округов в одну группу являются сопряженность территорий, общие тенденции динамики численности (рост или падение) и схожий уровень благосостояния. В результате оценки параметров модели удалось определить реальный собственный прирост населения каждой группы регионов, исключив из него прирост или убыль за счет миграции граждан.

В результате оценки параметров было получено два набора значений параметров, соответствующих различным сценариям динамики численности населения. В обоих случаях в период 2008–2010 гг. отмечался перелом демографических тенденций – смена убыли населения на рост, за которым до 2030-х гг. наблюдается значительный рост численности до суммарной численности в 155–160 млн чел. По первому сценарию динамика численности через серию колебаний выходит на численность 150 млн чел., при сохранении имеющихся тенденций демографической ситуации в каждой группе регионов (рост и выход на колебательный режим) и миграции между ними. Второй сценарий демонстрирует более «пессимистичный» вариант развития – на фоне общего роста численности населения в РФ вплоть до 180 млн чел. к 2050-м гг. ожидается сильный отток населения из третьей группы (Уральский, Сибирский и Дальневосточный федеральный округ).

*Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента РФ № МК-6255.2016.6.*

## **АЛГОРИТМЫ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ СЕЙСМИЧЕСКОЙ ТОМОГРАФИИ И СКВАЖИННЫХ НАБЛЮДЕНИЙ**

М. А. Курако, А. С. Кругляков, К. Матросов, К. В. Симонов

*Сибирский федеральный университет*

*Институт вычислительного моделирования СО РАН, Красноярск, Россия*

*mkurako@gmail.com, simonovkv@icm.krasn.ru*

В работе предлагаются теоретические основания и универсальное алгоритмическое обеспечение для обработки и анализа данных геомониторинга сложных природных процессов и геоструктур. В частности, изучаются данные сейсмической томографии тонкослоистых нефтегазоносных коллекторов в сложных блоковых геосредах. Алгоритмы позволяют эффективно выделять закономерности в данных комплексных скважинных измерений геофизических полей изучаемых геоструктур. Вычислительный инструментарий состоит из нескольких групп алгоритмов.

Алгоритмы аппроксимации данных наблюдений, сочетание которых позволяет строить экспериментальные функции для сигналов любой сложности в этой предметной области, что дает возможность эффективного решения прикладных задач восстановления и экстраполяции данных, а также задачи локального прогноза.

Алгоритмы спектральной декомпозиции пространственно-временных данных, учитывающие анизотропию геосреды.

Алгоритмы пространственной кластеризации, учитывающей геометрические особенности исследуемых геоструктур, сочетание которых, в свою очередь, позволяет выявлять тонкие образы (формы) в сильно зашумленных данных.

В итоге предлагается вычислительная методика решения указанных выше прикладных задач, которая позволяет эффективно выявлять закономерности в данных и получать адекватные оценки параметров изучаемых геоструктур с необходимым при этом контролем качества используемых данных наблюдений.

В сочетании с существующими вычислительными алгоритмами и системами предварительной обработки данных предлагаемое алгоритмическое и программное обеспечение позволяет существенно повысить качество и эффективность моделирования данных комплексных наблюдений с целью получения новых знаний об изучаемом сложном геобъекте.

## РАДИКАЛ-ОБРАЗУЮЩАЯ АКТИВНОСТЬ КРОВИ КАК МАРКЁР АДАПТАЦИОННОГО РЕЗЕРВА ОРГАНИЗМА

М. И. Лесовская

ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет»,  
Красноярск, Россия, [lesmari@rambler.ru](mailto:lesmari@rambler.ru)

Оценка резерва функционально-метаболических ресурсов резистентности организма практически здоровых людей является актуальной задачей, трудность разрешения которой связана с поиском адекватных маркёров неспецифической защиты организма. Традиционно используемый в диагностике мультипараметрический подход недостаточно соответствует задачам оценки «количества здоровья» и адаптационного потенциала организма, поскольку количественное соответствие статичных биологических показателей норме не отражает функционального статуса на фоне индивидуально варьирующего коридора нормы, а тем более в условиях стресс-воздействий.

В этих условиях предлагается искать критерии адаптационного потенциала организма среди интегральных квалиметрируемых функционально-метаболических показателей резистентности. Этим условиям удовлетворяет функциональная активность фагоцитов крови, продуцирующих свободные радикалы в ответ на раздражения различной природы (механические, химические, осмотические, волновые и т. д.). Функциональная активность фагоцитов может быть оценена хемилюминесцентным методом по количеству продуцируемых радикалов под воздействием контролируемой *in vitro* стимулирующей методом Топо-Ока. Данный критерий был использован в качестве характеристики адаптационного потенциала организма воспитанников Красноярского кадетского корпуса, находящихся в единых условиях проживания, питания, интеллектуальных и физических нагрузок в условиях круглосуточного химического стресса (кадетский корпус расположен в зоне воздействия КраЗа).

Для верификации использовали классические методы контроля уровней перекисного окисления липидов, антиоксидантной системы и минерального статуса (совместные исследования с Л. Г. Климацкой, А. Н. Меняйло, О. Ю. Скрыпник, И. Ю. Шевченко). В рамках масштабного социально-гигиенического и биологического мониторинга пищевого статуса кадетов была разработана и внедрена комплексная программа коррекции пищевого статуса. Последующий мониторинг результатов реализации программы показал, что оптимизация рациона позволила не только устранить качественный и количественный дисбаланс нутриентов, но и улучшить показатели физического развития. Несмотря на относительно короткий срок действия новых норм питания, наблюдалось усиление неспецифической защиты организма при положительной динамике биохимических параметров окислительного гомеостаза и снижение заболеваемости ОРЗ и ЖКТ. Доказано, что адаптационный резерв организма поддается алиментарной коррекции и может оцениваться с помощью радикал-продуцирующей активности крови, обусловленной циркулирующими фагоцитами.

**ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ КЛЕТОК СИСТЕМЫ  
НЕСПЕЦИФИЧЕСКОЙ РЕЗИСТЕНТНОСТИ РЫБ  
В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ УРОВНЯ ВОДОНАПОЛНЕНИЯ  
КРАСНОЯРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА**

Г. В. Макарская, С. В. Тарских  
Институт вычислительного моделирования СО РАН,  
КНЦ СО РАН, Красноярск, Россия,  
mgv@icm.krasn.ru

Анализ данных многолетних мониторинговых исследований функциональной активности клеток крови рыб Красноярского водохранилища методом люминолуцигенной хемилюминесценции, выполненных для особей плотвы (*Rutilus rutilus L.*), леща (*Abramis brama L.*), окуня (*Perca fluviatilis*) и щуки (*Esox lucius*), выявил специфические закономерности ее изменения в зависимости от уровня водонаполненности водохранилища в летний период. Для всех видов рыб характерна ежегодно повторяющаяся летняя динамика продукции АФК антигенактивированными *in vitro* клетками крови, особенностью которой является достоверно ( $P < 0,01$ ) низкий уровень продукции АФК клетками крови в первой половине июня, совпадающий с наиболее низким температурным периодом летнего сезона и периодом нереста. Аналогичное снижение защитных показателей иммунитета в период нереста отмечается и у других видов рыб, что является одной из наиболее важных причин подверженности рыб в этот период заражению. В конце июня – начале июля в период завершения нереста наблюдалось 2–3-кратное увеличение продукции АФК, у плотвы и окуня приближающееся к уровню среднего многолетнего значения, у леща – превышающее его. Увеличение продолжалось в течение июля, у плотвы – и августа, с характерным сокращением времени достижения максимума хемилюминесцентной кривой у карповых рыб к концу лета, что свидетельствует об увеличении активности прооксидантных факторов клеток крови. В средневодные годы при сохранении внутрiletней динамики показателя объема антигениндуцированной *in vitro* генерации АФК ( $S$ ) его количественное значение у рыб семейства карповых было более высоким, начиная сразу после нереста и до конца летнего периода. В маловодные годы для окуня, леща и плотвы характерны заметно более низкие значения объема генерации АФК в ответ на антигенную стимуляцию, причем у окуня и плотвы значения этого показателя в июле-августе достоверно ниже таковых в средне- и многоводные годы, а также средних многолетних. Закономерно более высокая продукция АФК в крови рыб семейства карповых отмечена в средневодные годы в сравнении с мало- и многоводными, что свидетельствует о повышенной реактивности клеток неспецифической резистентности рыб.

# ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДИСПЕРСНОЙ СТРУКТУРЫ ЗОЛЯ ФЕРРИГИДРИТА НА ГЕНЕРАЦИЮ АФК В КРОВИ И РАЗЛОЖЕНИЕ ПЕРЕКИСИ ВОДОРОДА В ВОДЕ

Г. В. Макарская, С. В. Тарских, С. В. Марков, Ю. И. Маньков, Ю. Л. Гуревич  
КНЦ СО РАН

*Сибирский федеральный университет, Красноярск, Россия  
btchem@mail.ru, ganjusyan@bk.ru*

В экологической биотехнологии и биомедицинских приложениях широко используются наночастицы оксидов и гидроксидов железа. Одно из направлений исследований в этой области связано с каталитическим разложением перекиси водорода. Используемые в работах золи оксидов и гидроксидов железа содержат их в виде моно- (стабилизированных оболочкой) и агрегированных наночастиц. Предполагается, что реакционная способность препаратов зависит от дисперсной структуры золей наночастиц и структуры нанокристаллитов. Методом динамического рассеяния света установлено, что диаметр частиц в золях биогенного гидроксида железа (ферригидрита) составляет порядка 20–100 нм. Установлено, что агрегирование связано с их магнитными свойствами. Получены золи с размерами наночастиц в диапазоне 1–15 нм. Исследование влияния наночастиц биогенного ферригидрита на кинетику окисления люминола (0,2 мМ) в растворе Хенкса перекисью водорода (3 % или 0,29М) хемилюминесцентным (ХЛ) методом выявило дозозависимый эффект стимуляции образования свободных радикалов кислорода. Максимальные значения свечения достигались для неразведенного препарата наночастиц (образец Feh1, средний гидродинамический диаметр наночастиц 4 нм) практически мгновенно, при разведении 1:50 через 10 мин., а при разведении 1:100 – через 20 мин. (пропорционально разведению!). При больших разведениях время выхода на максимум уменьшалось. При разведении в 1:500 максимум наблюдался к 12-й мин., а при разведении 1:1000 и 1:5000 раз – к 5-й мин. Такой характер кинетики разложения перекиси водорода обусловлен образованием агрегатов наночастиц при внесении их в раствор Хенкса. Это предположение подтвердилось при определении динамики дисперсной структуры золей в присутствии перекиси водорода. Подобный характер кинетики ХЛ наблюдался в экспериментах с наночастицами ферригидрита допированными кобальтом (гидродинамический диаметр частиц в золях порядка 10–150 нм) в цельной крови человека. С образцами ферригидрита без допирования этот тип кинетики не наблюдался. Отмечено: при разведении исходного золя (концентрация ~ 1 г/л) 1:2000, 1:5000 имеет место ингибирование хемилюминесценции относительно контроля. Вероятно, это связано с поглощением свободных радикалов (АФК) биогенным ферригидритом. Также установлено, что ХЛ с ионом Fe(II) классическим катализатором в реакции Фентона в 5–10 раз ниже, чем с наночастицами биогенного ферригидрита. В целом установлено, что активность неагрегированных наночастиц ферригидрита выше, чем агрегированных, их каталитическая активность зависит от типа (структуры) нанокристаллитов.

## АНАЛИЗ ЦИТОТОКСИЧНОСТИ НАНОЧАСТИЦ БИОГЕННОГО ФЕРРИГИДРИТА

Г. В. Макарская, С. В. Тарских, В. Г. Пахомова, К. В. Шадрин, Ю. Л. Гуревич  
*КНЦ СО РАН, Красноярск, Россия*  
*btchem@mail.ru, kvsh\_buffon@mail.ru*

Механизм цитотоксичности наночастиц часто связывают с генерированием активных форм кислорода. Предполагается, что высвобождающиеся из гидроксидов и оксидов железа ионы металла взаимодействуют с перекисью водорода по механизму Фентона, что приводит к нарушению баланса активных форм кислорода (АФК) и антиоксидантной системы. В ряде работ показано, что цитотоксичность наночастиц оксидов и гидроксидов железа зависит от восстановленности железа. Она снижалась в ряду магнетит – маггемит, гематит – лепидокрокит. В то же время отмечалось, что при разложении перекиси водорода наночастицы гидроксида железа активнее, чем ион Fe(II). Вероятно, неоднозначность эффекта наночастиц связана не только с восстановленностью железа. В связи с этим исследовали активность биогенного ферригидрита, отличающегося по состоянию поверхности. Эксперименты проводили с нефракционированной кровью человека и быков, а также перфузируемой печенью крыс. При хемилюминесцентном анализе влияния наночастиц ферригидрита (исходная концентрация ~ 1 г/л) на кинетику генерации люминолзависимых АФК эффект взаимодействия регистрировали при антигенной активации *in vitro* клеток крови и без нее. В этих экспериментах с кровью человека наблюдалось выраженное подавление спонтанной продукции АФК наночастицами биогенного ферригидрита в разведении 100- и 1000-кратности. Образец коллоидного раствора наночастиц в разведении 1:1000 стимулировал продукцию АФК антигенактивированными *in vitro* клетками. Наночастицы ферригидрита оказывали влияние и на кинетику генерации люминолзависимых АФК антигенактивированными *in vitro* клетками крови крупного рогатого скота. Это проявлялось в увеличении значений параметров максимума интенсивности ( $I_{max}$ ) и общего объема ( $S$ ) генерации АФК антигенактивированными *in vitro* клетками при добавлении в реакционную смесь 5-, 10- и 10 000-кратного разведения коллоидного раствора наночастиц биогенного ферригидрита. В перфузию печень забирали от интактных животных по стандартной схеме под общим тиопентал-натриевым наркозом. Общее время перфузии составляло 30 мин. На 15-й мин. в орган вводили наночастицы (35 мг/л). Несмотря на большой разброс в показателях хемилюминесцентной реакции наблюдался органный отклик на введение наночастиц. В целом показано, что во всех испытанных системах наночастицы биогенного ферригидрита оказывают существенное влияние на образование активных форм кислорода.



## **ВЗАИМОСВЯЗЬ ПРОФИЛЯ ПОЛУШАРНОЙ АСИММЕТРИИ С АДАПТАЦИОННЫМ ПОТЕНЦИАЛОМ У ЮНОШЕЙ**

О. Л. Москаленко, А. С. Пуликов  
*ФГБНУ «НИИ медицинских проблем Севера»,  
Красноярск, Россия; gre-ll@mail.ru, Pulik\_off@mail.ru*

Адаптация позволяет поддерживать постоянство внутренней среды, увеличивать мощность гомеостатических механизмов, осуществлять связь с внешней средой и позволяет удерживать существенные параметры организма в физиологических пределах, обеспечивающих стабильность системы (Э. Н. Вайнер). Исследование О. В. Якубенко выявило отдельные взаимосвязи психологических особенностей студентов с полом, возрастом и типом телосложения, а также влияние личностных черт первокурсников на успешность их социальной адаптации и вегетативной устойчивости.

Цель: изучить профиль полушарной асимметрии и адаптационный потенциал у юношей в условиях радиоактивного загрязнения окружающей среды.

Нами проведено обследование 124 юношей, родившихся и выросших в г. Железногорске, относящемуся к санитарно-защитной зоне наблюдения ГХК, методами расчета адаптационного потенциала (АП) системы кровообращения по Р. М. Баевскому, моторных и сенсорных асимметрий по рекомендации Н. Н. Брагиной. Юношей распределяли на группы по выраженности праволатеральности и с учетом конституции по Рис-Айзенку.

У 88,18 % юношей выявлено напряжение механизмов адаптации, у 3,64 % регистрировалась неудовлетворительная адаптация и только у 8,18 % от общего количества обследуемых юношей – удовлетворительная адаптация. Резерв сердечно-сосудистой системы, определяемый индексом Робинсона (ИР), в общей когорте юношей г. Железногорска свидетельствует о среднем уровне резерва сердечно-сосудистой системы. Согласно физической конституции, вектор ИР улучшался от пикников к нормостеникам и астеникам, свидетельствуя о низком и среднем уровне резервов сердечно-сосудистой системы.

Анализ профиля полушарной асимметрии организма юношей показал, что удовлетворительная адаптация отсутствует у юношей леволатерального типа (1-я группа), приходится на большую половину юношей смешанной группы (2-я группа) и несколько меньшую по количеству юношей группу с праволатеральным фенотипом (4-я группа). Напряжение механизмов адаптации у юношей 1-й группы составляет (8,11 %), у 2-й группы (35,13 %), у 4-й группы (56,76 %). У юношей г. Железногорска в целом неудовлетворительная адаптация определяется только у леволатерального и смешанного фенотипов, напряжение механизмов адаптации наиболее высокое у праволатерального фенотипа, удовлетворительная адаптация преобладала у юношей смешанного типа функциональной межполушарной асимметрии. Праволатеральный фенотип подвержен воздействию радиационного фона с напряжением механизмов адаптации.

## ФЕНОТИП И СОСТОЯНИЕ РЕСПИРАТОРНОГО ВЗРЫВА МОНОЦИТОВ У БОЛЬНЫХ РАКОМ ПОЧЕК

А. В. Мошев, А. А. Савченко, А. Г. Борисов, А. А. Модестов, И. И. Гвоздев  
ФГБНУ «НИИ медицинских проблем Севера»  
КГБУЗ «Красноярский краевой клинический онкологический диспансер  
им. А. И. Крыжановского», Красноярск, Россия  
impn@impn.ru, priem@onkolog24.ru

Целью исследования явилось изучение особенности взаимосвязи фенотипического состава моноцитов с их уровнем респираторного взрыва у больных раком почек (РП).

Обследованы больные РП (T3N0M0, светлоклеточный тип) в возрасте 40–55 лет до хирургического лечения ( $n = 73$ ). В качестве контрольной группы было обследовано 83 практически здоровых человека аналогичного возрастного диапазона. Исследование фенотипа моноцитов крови проводили методом проточной цитометрии. Исследование интенсивности респираторного взрыва моноцитов осуществляли через определение активности люцигенин- и люминол-зависимой спонтанной и зимозан-индуцированной хемилюминесценции.

У больных РП количество  $CD14^+CD16^-$ - и  $CD14^+CD16^+$ -моноцитов не отличается от уровня контрольной группы. В то же время процентное и абсолютное содержание  $CD14^{low}CD16^+$ -моноцитов снижено. У больных РП снижено относительное количество моноцитов, экспрессирующих HLA-DR-рецептор, но повышено процентное и абсолютное содержание моноцитов с экспрессией CD64. Относительный уровень HLA-DR<sup>+</sup>CD64<sup>+</sup>-моноцитов в крови больных РП снижен относительно контрольного уровня. При РП все показатели спонтанной люцигенин-зависимой хемилюминесценции соответствуют контрольному диапазону. Площадь под кривой зимозан-индуцированной люцигенин-зависимой хемилюминесценции моноцитов при онкопатологии снижена, что, соответственно, привело к понижению индекса активации данного типа хемилюминесцентной реакции. Кроме того, у больных РП снижен максимум интенсивности и площадь под кривой спонтанной и зимозан-индуцированной люминол-зависимой хемилюминесценции. С помощью корреляционного анализа выявлены особенности в распределении интенсивности респираторного взрыва по субпопуляциям моноцитов: при РП снижается активность респираторного взрыва в моноцитах с фенотипом  $CD14^+CD16^-$ , но повышается в моноцитах с фенотипом  $CD14^+CD16^+$  и  $CD14^{low}CD16^+$ . Подобное перераспределение может быть связано с повышением роли данных субпопуляций моноцитов в иммунопатогенезе РП.

## **ДИНАМИЧЕСКИЕ РЕЖИМЫ ПОПУЛЯЦИОННОЙ МОДЕЛИ, УЧИТЫВАЮЩЕЙ ЭФФЕКТ ОЛЛИ**

Г. П. Неверова, Р. Г. Хлебопрос

*Институт автоматики и процессов управления ДВО РАН, Владивосток, Россия*

*КНЦ СО РАН, Красноярск, Россия*

*galina.nev@gmail.com, olikru@yandex.ru*

В данной работе исследуется дискретный аналог модели Базыкина, описывающей динамику численности популяции, в которой процессы воспроизводства подчиняются принципу Олли. Эффект Олли заключается в том, что существует оптимальная плотность популяции. Проведено аналитическое и численное исследование данной модели. Показано, что в рекуррентной модели, так же как и в непрерывной, возникает бистабильность. В системе в области биологически значимых параметров сосуществуют два устойчивых решения: тривиальное и нетривиальное. Показано, что нетривиальное равновесие теряет устойчивость по сценарию Фейгенбаума. Тип достигаемого асимптотического режима, а именно популяция вымрет или будет благополучно развиваться, определяется начальной численностью популяции. Фазовое пространство системы разделяется поверхностью, соответствующей критической численности популяции, на две части. Плотность ниже критической – это плотность столь низкая, что особи чаще погибают, чем встречаются друг с другом. Соответственно, переход через критическую численность (плотность ниже критической) приводит к вырождению популяции.

Проведено исследование модификации уравнения Базыкина, позволяющей учитывать диффузию (перераспределение, расселение), исключающую полное вымирание системы. Такая модель позволяет изучать динамику численности «незаметных» популяций, которые живут небольшими группами. Размер таких групп обусловлен тем, чтобы каждой особи хватало необходимых для жизнедеятельности ресурсов, при этом плотность группы в целом должна быть достаточно малой, чтобы не привлекать хищников. Проведено сравнение динамических режимов двух предложенных моделей. Показано, что в ряде случаев сценарий развития популяции определяется не только начальной численностью, но и значениями демографических параметров.

*Исследования проведены при финансовой поддержке РФФИ (проект № 16-31-50035).*

## **АУТОФАГИЯ И СЕНИЛЬНОСТЬ В АДАПТАЦИИ К СТРЕССУ**

И. А. Ольховский

*Красноярский филиал ФГБУ «Гематологический научный центр  
Министерства здравоохранения России», Красноярск, Россия*

Недостаток ресурсов для функционирования биологических систем в экстремальных условиях индуцирует две метаболически противоположные стратегии приспособления – «резистивную» стратегию активного противодействия и борьбы за восстановление доступа к ограниченной ресурсной базе, либо «толерантную» стратегию отказа от притязаний активного функционирования и подавление метаболических запросов. Аутофагия как феномен поддержания жизнеспособности за счет использования внутренних резервов и сенильность как консерватизм эпигенетически закрепленных реакций с отказом от репродуктивных рисков имеют важное значение в механизмах адаптации и противодействия запрограммированной смерти. Гетерогенность условий функционирования отдельных элементов системы имеет ключевое значение для вовлечения отдельных внутриклеточных сигнальных каскадов или межклеточных взаимодействий в процесс «принятия решения» о стратегическом выборе. Конкуренция между отдельными структурными компонентами повышает общую устойчивость системы за счет перераспределения субстратов и кислорода от гипобиотических толерантных зон к элементам, выбравшим резистивную стратегию. Сенильность, в свою очередь, препятствует избыточной пролиферации и малигнизации. Молекулярные механизмы развития аутофагии и сенильности имеют как схожие, так и различные пути реализации, но в обоих случаях подавляют процессы апоптоза. Изучение регуляторных механизмов аутофагии и сенильности в процессах резистивной и толерантной стратегий адаптации биологических систем позволит разработать таргетные инструменты управления и предупреждения «срыва» приспособительных реакций.

# ОЦЕНКИ ПРИРАЩЕНИЯ ИНТЕНСИВНОСТИ СОТРЯСЕНИЙ ГРУНТОВ ОТ СЕЙСМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ ДЛЯ ПРОТЯЖЕННОГО ОБЪЕКТА

А. С. Панин, С. А. Перетокин, И. Р. Худобердин

*Сибирский федеральный университет, Институт инженерной физики и радиоэлектроники  
Красноярск, Россия, sacha\_pantin@mail.ru*

Исследование посвящено модификации методики оценки приращения интенсивности сотрясений грунта от сейсмических воздействий для изучаемого протяженного объекта урбанизированной территории. Базовая методика включает проведение МПВ, построение инженерно-геологических моделей геосреды и выполнение расчетов на основе метода сейсмических жесткостей.

В работе предложено усовершенствование технологии инженерно-сейсмологических изысканий по уточнению сейсмической опасности и сейсмическому микрорайонированию на основе полевых изысканий.

Технология направлена на решение следующих прикладных задач: уточнение сейсмической опасности (*УСО*) и проведение сейсмического микрорайонирования (*СМР*). Полевые экспериментальные исследования выполнялись на протяженном объекте в соответствии с техническими требованиями к производству работ по оценке сейсмической опасности, принятыми в Российской Федерации.

В ходе выполнения экспериментальных исследований проведены инженерно-сейсмологические изыскания для протяженной урбанизированной территории второго пускового комплекса объекта «Строительство и реконструкция автомобильной дороги».

По результатам исследований разработаны и апробированы элементы модифицированной методики для трех пусковых комплексов объекта «Строительство и реконструкция автомобильной дороги».

На основе полевых изысканий получены средние оценки скоростей продольных и поперечных волн для изучаемых инженерно-геологических элементов. Выполнены оценки сейсмического режима района, включающего 100-километровую зону вокруг протяженной площадки.

С учетом инженерно-геологических моделей и табличных данных составлены сейсмогеологические модели (*СГМ*) объекта. Составлено для каждой выделенной зоны *СГМ* послойное описание плотностей, мощностей и скоростей инженерно-геологических слоев.

Уточнение сейсмической опасности производственных площадок выполнено методом вероятностного анализа сейсмической опасности (*ВАСО*) на основе методики *ОСР-97* (Институт физики Земли РАН; профессор, д. ф.-м. н. В. И. Уломов) с применением программного комплекса *EAST-2003*.

По результатам уточнения сейсмической опасности получены оценки интенсивности сотрясений в привязке к грунтам второй категории по сейсмическим свойствам для трех пусковых комплексов.

# **ВЛИЯНИЕ НОРМОБАРИЧЕСКОЙ И ГИСТОТОКСИЧЕСКОЙ ГИПОКСИИ IN VITRO НА ИЗОЛИРОВАННУЮ ПЕРФУЗИРУЕМУЮ ПЕЧЕНЬ КРЫСЫ**

В. Г. Пахомова, А. П. Рупенко

*КНЦ СО РАН, Красноярск, Россия, vgpakhomova@mail.ru*

Оценка параметров органа в биолого-технической системе, испытывающего состояние гипоксии, позволяет исключить регуляторную способность целого организма и выявить особенности метаболизма непосредственно печени и ее способность автономно поддерживать гомеостаз в условиях гистотоксической и гипобарической гипоксии.

Особенности реакции органа на разные виды гипоксии могут говорить о различных механизмах развития гипоксии на клеточном уровне. В нашей работе мы сравнивали влияние нормобарической и гистотоксической гипоксии *in vitro* на изолированную перфузируемую печень крысы. Органы животных были разделены на три группы. Группа 1 (контрольная) – органы были взяты от интактных животных, перфузия по стандартной схеме. Группа 2 (нормобарическая гипоксия) – органы перфузировали средой 14 % кислорода и группа 3 (гистотоксическая гипоксия) – в которой во время перфузии органы подвергались воздействию хлорида кобальта.

Исходя из наших данных, обе экспериментальные модели гипоксии органа приводят к повышению сосудистого сопротивления в органе. Вазоконстрикторное действие хлорида кобальта приводит к выраженному сосудистому спазму в момент его введения, что способствует усилению гипоксического действия.

Анализируя данные, можно выделить отдельные периоды развития гипоксического состояния органа, находящегося в биолого-технической системе. Наблюдаемые периоды имеют продолжительность порядка 40 мин. Первый период связан с введением хлорида кобальта, в результате чего происходит резкое повышение давления перфузионной среды совместно с увеличением скорости выхода мочевины. Следующий период характеризуется снижением выхода мочевины и перфузионного давления. При последующем расслаблении сосудов происходит увеличение синтеза мочевины практически в 2 раза.

Эти выводы косвенно подтверждаются результатами определения скорости выделения калия печенью крысы в условиях перфузии.

## ЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ ВЫСШИХ ГРИБОВ – РЕАКЦИЯ НА ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ

А. П. Пузырь, С. Е. Медведева, В. С. Бондарь

ИБФ СО РАН

КНЦ СО РАН, Красноярск, Россия,

apuzyr@mail.ru

Высшие грибы (базидиомицеты) – высокоорганизованная биологическая система. В природе плодовое тело является продолжением грибницы и составляет с ней единое целое. Однако выяснить реакцию таких организмов на какой-либо внешний фактор представляется затруднительным. Гриб не может убежать, подать звуковой сигнал или проявить ответ в любом другом виде. Исключением являются светящиеся высшие грибы. Если считать, что люминесцентный сигнал отражает состояние гриба, то его изменение является откликом как на внутренние процессы, так и на внешние раздражители. Это подтверждает общеизвестный факт – свечение древесины, пораженной мицелием армиллярий. В норме древесина, на которой выросли плодовые тела, не светится. Однако если нарушить ее целостность, то через 5–7 ч в темноте можно увидеть свечение зеленого цвета. Это не что иное, как реакция организма гриба как минимум на следующие факторы: механическое повреждение мицелия, изменения влажности, газового состава и температуры. Реакцией является увеличение интенсивности метаболизма, что сопровождается биолюминесценцией. Подобный отклик наблюдается и при изучении культур мицелия опенка в лабораторных исследованиях.

Можно высказать сомнение, что единственный пример является исключением из общего правила. К сожалению, большинство люминесцентных грибов растет в тропиках и их изучение является недоступным для нас. Однако изучать влияние внешних факторов можно на культурах мицелия таких грибов. Регистрация люминесцентных сигналов культур *Neonothopanus nambi*, *Armillaria borealis* и *Panellus stipticus* показала следующее: а) в состоянии «условного» отсутствия изменений внешних факторов мицелий имеет стационарный уровень свечения, определяемый временем роста культуры, и не зависит от времени суток; б) незначительные изменения температуры, влажности и состава окружающего воздуха или механические воздействия приводят к быстрому увеличению уровня сигнала; в) увеличение люминесценции, вызванное раздражением локальной области, передается на остальной мицелий.

Таким образом, регистрация люминесценции позволяет оценивать отклик организма на воздействие внешних факторов, а амплитуда и кинетика сигнала может являться критерием воздействия экстремального фактора.

Исследования выполнены при частичной финансовой поддержке за счет средств государственного задания на проведение фундаментальных исследований РАН (проект № 0360–2014–0006) и Программы СО РАН № П.2 «Интеграция и развитие» (проект № 0360–2015–0003).

# ИЗМЕНЕНИЕ СОСТОЯНИЯ ОРГАНИЗМА МЫШЕЙ С ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ОПУХОЛЮ ПОД ДЕЙСТВИЕМ СВЕРХВЫСОКОЧАСТОТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

В. Ф. Пьянков, О. В. Крюкова  
Сибирский федеральный университет  
КНЦ СО РАН, Красноярск, Россия  
shymer@bk.ru

Изменение привычного для организма диапазона действия фактора окружающей среды приводит к развитию стресс-реакции. В связи с этим является актуальным определение физиологических и биохимических пределов адаптации в изменяющихся условиях существования, особенно при патологических состояниях. Существует немало экспериментальных моделей опухолей, которые дают возможность выяснить изменения, происходящие в организме при онкологических патологиях. Асцитная карцинома Эрлиха (АКЭ) является наиболее распространенной моделью и позволяет в короткие сроки наблюдать разные стадии развития опухолевого процесса.

В работе определяли динамику роста опухоли и животных с опухолью под действием ЭМИ СВЧ.

Мышам прививали внутрибрюшинно АКЭ ( $3 \cdot 10^6$  кл./мл). Для оценки воздействия на мышей-реципиентов электромагнитного излучения (ЭМИ) использовали СВЧ-установку, работающую на частоте 1 ГГц, с ППЭ 70 мкВт/см<sup>2</sup>. Животных облучали ежедневно, по 1 часу. Клетки асцитной карциномы Эрлиха забирали на 7-е, 9-е, 11-е и 13-е сутки роста опухоли. В суспензии АКЭ проводили подсчет общего числа клеток и соотношения числа живых и мертвых по окраске трипановым синим. На мазках опухолевых клеток подсчитывали количество клеток с морфологически измененной клеточной мембраной (блеббинг). На окрашенных мазках крови определяли соотношение лейкоцитарных элементов и размер эритроцитов с построением кривой Прайс-Джонса.

При воздействии ЭМИ СВЧ наблюдали уменьшение числа клеток АКЭ в суспензии, а также снижение процента погибших клеток относительно контрольной группы, особенно в период активного деления опухолевых клеток. В контрольной группе изменение числа клеток с морфологическими признаками блеббинга соответствовало стадиям роста АКЭ в организме. После облучения число клеток с признаками блеббинга линейно возрастало на протяжении всего эксперимента. В результате увеличения времени воздействия ЭМИ СВЧ-диапазона на животных с АКЭ в крови наблюдается снижение пула лимфоцитов и увеличение нейтрофилов и эозинофилов. Также наблюдается изменение внешнего диаметра эритроцитов в зависимости от времени воздействия СВЧ-излучения на животных-реципиентов АКЭ.



# МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЕМОГРАФИЧЕСКОЙ ДИНАМИКИ С УЧЕТОМ СТРАТЕГИЙ ЭКОНОМИЧЕСКОГО ПОВЕДЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ

О. Л. Ревуцкая

*Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН, Биробиджан, Россия  
oksana-rev@mail.ru*

Демографические и социально-экономические процессы являются тесно взаимосвязанными между собой. С одной стороны, демографические факторы влияют на процесс производства и распределение общественных благ. С другой стороны, социально-экономические факторы воздействуют на воспроизводство населения. Одним из важных направлений исследований, находящихся на стыке демографии и экономики, является изучение влияния трудового статуса женщины на рождаемость. При этом положение на рынке труда и в сфере занятости является значимым фактором репродуктивных намерений, прежде всего женской части населения. Актуальной и острой является проблема синтеза потребностей женщин в активной экономической деятельности и выполнении детородных функций.

В данном сообщении проводится исследование демографической динамики региона с учетом стратегий экономического поведения населения.

Предлагается математическая модель динамики численности населения, представленная совокупностью пяти групп: дети (без разделения по полу), занятые и незанятые в экономике региона мужчины и женщины репродуктивного возраста. В исследуемой системе учитывается зависимость числа новорожденных от соотношения мужчин и женщин, различающихся по статусу на рынке труда. Кроме того, рассматривается взаимодействие занятых в экономике и потенциальных работников, то есть незанятого в экономике региона населения, с учетом гендерных особенностей.

Представлены результаты верификации модели на основе статистических данных Еврейской автономной области. Анализируются коэффициенты модели, характеризующие вклад в рождаемость занятых и незанятых в экономике брачных партнеров. Выполнен модельный анализ динамики численности занятых в экономике и потенциальных работников (женщин и мужчин). На основе модельных оценок формулируются предположения о возможных типах и характере взаимоотношений различных гендерных групп на рынке труда и их репродуктивном поведении.

*Публикация подготовлена в рамках поддержанного РГНФ научного проекта № 15-02-00259.*

## ИЗУЧЕНИЕ МЕХАНИЗМА НИЗКОДОЗОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ТРИТИЯ НА ЛЮМИНЕСЦЕНЦИЮ БАКТЕРИЙ

Т. В. Рожко, Н. С. Кудряшева

Красноярский государственный медицинский университет  
им. проф. В. Ф. Войно-Ясенецкого,  
Сибирский федеральный университет, Красноярск, Россия  
gutnikv72@mail.ru

Тритий – радиоактивный изотоп водорода, бета-излучающий радионуклид. Благодаря низкой энергии излучения представляет удобный объект для выявления механизмов низкодозовых эффектов. Низкая энергия излучения трития требует особых подходов к исследованию его действия на живые организмы и выяснения потенциальной токсичности соединений. Удобным объектом для изучения эффектов трития являются морские люминесцентные бактерии, чувствительные к действию различных ингибиторов. Маркером их активности является интенсивность биолюминесценции, отличающаяся легкостью и быстротой приборной регистрации, что дает возможность большого числа измерений для обеспечения достоверности низкодозовых эффектов. Отклик бактерий на действие низкодозового облучения может быть связан с генетическими изменениями или изменением мембранного потенциала клеток, обусловленного вторичными процессами в водной среде.

Целью работы было выявление процессов, лежащих в основе механизма низкодозового воздействия радионуклида трития на светящиеся бактерии, связанных с генетическими изменениями и ионизацией среды.

В качестве источника радиации использовался тритий в составе НТО, валин, неспецифически меченный тритием с активностью 100 МБк/л, меченные тритием методом термической активации пленки полиэтилена с удельной поверхностной радиоактивностью от 0,1 до 2,4 МБк/см<sup>2</sup>.

В качестве объекта исследования использовали бактериальные культуры *Photobacterium phosphoreum*, выращенные на полусинтетической питательной среде с добавлением тритиевой воды (НТО) или валина, меченного тритием (100 МБк/л). В качестве контроля использовали нерадиоактивные среды аналогичного состава. Регистрировали кинетику биолюминесценции бактерий в течение 7 сут., ДНК выделяли после 4 сут. Исследование мутагенности низкодозового воздействия трития проводили методом секвенирования.

Получен ряд зависимостей биолюминесценции интактных бактерий от времени воздействия трития и радиоактивности среды. Проанализированы гены, ответственные за жизненно важные функции светящихся бактерий. Проведено сравнение воздействия трития на кинетику люминесценции клеток бактерий в условиях, исключающих и благоприятствующих проникновению трития в клетки, т. е. с использованием источников излучения трития различного типа – тритиевой воды и полиэтиленовых пленок, меченных тритием. Показано, что тритий в составе НТО и [<sup>3</sup>H] валина увеличивает время свечения бактерий и не оказывает влияния на их генетический аппарат. Излучение трития приводит к активации биолюминесценции, даже если тритий находится вне бактериальных клеток.

## БАКТЕРИОЛИТИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ ЛИЗОЦИМА ПОСЛЕ ЕГО КОВАЛЕНТНОЙ ИММОБИЛИЗАЦИИ НА НАНОАЛМАЗЫ

Н. О. Ронжин, Е. Д. Посохина, А. В. Барон, В. С. Бондарь

*Институт биофизики СО РАН, Сибирский федеральный университет, Красноярск, Россия  
katerina.p.93@mail.ru*

В настоящее время многие исследователи отмечают перспективность применения нанодиазидов взрывного синтеза в решении широкого спектра биомедицинских задач. Активно изучается применимость данных наночастиц как носителей при конструировании новых систем индикации для биомониторинга и медицинской диагностики; систем адресной доставки биоактивных субстанций; новых лечебных средств комбинированного и пролонгированного действия. Моделью нового лечебного средства пролонгированного и комбинированного действия может являться система на основе нанодиазидов и лизоцима (например, для лечения открытых ожоговых и посттравматических ран).

В работе проведена сравнительная оценка антибактериальной активности свободного и ковалентно иммобилизованного на нанодиазиды лизоцима с использованием в качестве модельной мишени грамотрицательных светящихся бактерий *Photobacterium phosphoreum*.

В экспериментах использовали лизоцим из белка куриных яиц (Serva, Германия) и модифицированные нанодиазиды (МНА) марки RUDDM 0-125 (ООО «Реал-Дзержинск», Россия) со средним размером кластеров  $d_{50} = 49,6$  нм. МНА обладают высокой коллоидной устойчивостью в дисперсионных средах и адаптированы для медико-биологических исследований. Ковалентную пришивку лизоцима проводили на поверхность МНА, активированную бензохиноном.

Установлено, что количество иммобилизованного на МНА лизоцима определяется весовым соотношением компонентов (фермент:наночастицы) на стадии ковалентной пришивки белка. Максимальная иммобилизация лизоцима (до 1 мг белка на 1 мг наночастиц) достигается при весовом соотношении фермент:МНА – 6:1. Вероятно, дополнительным фактором, влияющим на эффективность ковалентного связывания лизоцима, может являться размер кластеров МНА. Показано, что иммобилизованный на МНА фермент проявляет функциональную активность и вызывает лизис бактериальных клеток *P. phosphoreum*, что подтверждается данными спектрального анализа клеточных суспензий при длине волны 600 нм. В сравнительных экспериментах показано, что активность фермента, входящего в состав комплекса МНА-лизоцим, снижена по сравнению с активностью свободного фермента. Добавка комплексона ЭДТА усиливает бактериолитический эффект иммобилизованного лизоцима. Обсуждаются возможные причины снижения антибактериальной активности ковалентно пришитого фермента при использовании комплекса МНА-лизоцим.

*Исследования выполнены при частичной финансовой поддержке за счет средств государственного задания на проведение фундаментальных исследований РАН (проект № 0360-2014-0006). Н. О. Ронжин, А. В. Барон и В. С. Бондарь отмечают частичную финансовую поддержку за счет средств РФФИ (грант № 16-04-00999).*

## СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОБЩЕСТВА СОЦИАЛЬНОЙ СПРАВЕДЛИВОСТИ

Г. В. Рублев

*Красноярский институт железнодорожного транспорта, Красноярск, Россия  
gvrubl@mail.ru*

Проблема социальной справедливости крайне сложна и имеет важное ключевое значение для устойчивого развития. В историческом контексте понимание социальной справедливости изменяется в зависимости от формирования общества и характеризуется на каждом этапе определенной полемикой обсуждения, своим решением и ощущением индивида. Именно поэтому справедливость является категорией морально-правовой, социально-политической и одновременно естественным правом человека. В общем подходе эта категория отражает процесс соответствия общественных отношений и существования государства.

В условиях современной кризисной ситуации произошла актуализация данной тематики, проявившейся не только в нарушении экономическими субъектами правовых норм и этических правил их поведения, но также и в обострении проблем социального неравенства и расслоения. В связи с этим обеспечение справедливости является базовой функцией эффективного государства и служит ориентиром в его социальной политике для создания оптимальных условий общественного развития. Однако сегодняшняя реальность такова, что институт государства подвергается влиянию внешних и внутренних факторов. В качестве внешних воздействий следует особо выделить международные кризисы, военные конфликты, боевые действия, государственные перевороты (цветные революции), зависимость (финансовая, инвестиционная и технологическая) и т. п. Инструментами реализации внешнего фактора становятся экономические санкции, военные базы, гонка вооружений, террористические организации, финансовые механизмы, спортивные организации и ведущие мировые СМИ. Внутренние факторы характеризуют специфику социально-экономического развития того или иного государства, неравенство стартовых и географических условий, возможность осуществлять масштабные проекты, исходя из общегосударственных целей и различный уровень взаимоотношений с партнерами других стран.

Для России внутренним фактором воздействия на развитие социального государства стали неолиберальные реформы, которые оказались неадекватными социокультурным традициям населения страны. Заимствование, слепое копирование и внедрение социально-экономической неолиберальной модели стали причинами негативных социальных и политических последствий в российском обществе. В этой ситуации необходима суверенная экономическая политика, направленная на развитие своей собственной страны и формирование общества на принципах социальной справедливости.

## ДЕМОГРАФИЧЕСКИЙ ПЕРЕХОД И ВНУТРИРЕГИОНАЛЬНЫЙ ДЕМОГРАФИЧЕСКИЙ ОТКЛИК

М. Е. Рублева, В. Ф. Мажаров, В. Л. Гавриков, Р. Г. Хлебопрос

*Сибирский федеральный университет*

*НИИ комплексных проблем гигиены и профессиональных заболеваний СО РАН,*

*Новокузнецк-Красноярск*

*Красноярский государственный медицинский университет*

*им. проф. В. Ф. Войно-Ясенецкого,*

*КНЦ СО РАН, Красноярск, Россия*

*majarov@inbox.ru*

В середине 1990-х гг. отечественными социологами и экономистами были зафиксированы радикальные изменения в российском социуме, связанные с проведением социально-экономических реформ. Отмечено несколько ключевых моментов, к которым относятся падение доходов населения и связанное с ним падение потребления, «следствием чего явился тяжелый социальный шок», одним из компонентов которого была радикальная переоценка ценностей. Все это, во-первых, не могло не отразиться на здоровье населения, а во-вторых, на объективно зафиксированных демографических тенденциях (тенденция к депопуляции в России). Несмотря на инерционность демографических процессов, «отказ иметь детей по социально-экономическим мотивам тоже сыграл свою роль» (Римашевская, 1997, 2004, 2011).

Полученные результаты, которые отражают зависимость между ожидаемой продолжительностью жизни женщин и специальным коэффициентом рождаемости, изменение этой зависимости в период с 1995 по 2013 г. В период социально-экономических трансформаций наблюдалось нарушение этой зависимости, но с 2000 г. характер связи между показателями начал меняться. Понизились средневзвешенные значения показателей, однако линия регрессии с течением времени обретает статистически значимый наклон, который с 2000 г. Красноярский край пережил все фазы демографического движения: от депопуляции 1990-х и начала 2000-х гг. до восстановления нарушенных репродуктивных установок, о чем свидетельствуют максимальные уровни фертильности в позднесоветский период (1989 г.), минимальные – в 2000 г. и фактически приблизившиеся к дореформенному периоду – в 2014 г.: 60,6; 33,2 и 57,1 на 1000 женщин 15–49 лет соответственно. Эти процессы сопровождались ростом рождаемости и снижением смертности. Тем не менее показатели исследуемого региона не отличались от мировых тенденций, характеризующихся тем, что муниципальные образования и городские округа Красноярского края с высокими показателями ожидаемой продолжительности жизни имеют более низкие показатели рождаемости.

Установлено, что наблюдаемая зависимость есть отражение различий городских и сельских укладов жизни. Увеличение специального коэффициента рождаемости произошло в среднем пропорционально для всех территориальных образований как возможный результат реализации Приоритетного национального проекта «Здоровье», в частности, его подпрограммы «Материнский капитал».

## **ВЗАИМОСВЯЗЬ ФЕНОТИПА И АКТИВНОСТИ РЕСПИРАТОРНОГО ВЗРЫВА НЕЙТРОФИЛЬНЫХ ГРАНУЛОЦИТОВ У БОЛЬНЫХ РАКОМ ПОЧКИ**

А. А. Савченко, А. Г. Борисов, А. А. Модестов, А. В. Мошев, И. И. Гвоздев  
*ФГБНУ «НИИ медицинских проблем Севера»*

*КГБУЗ «Красноярский краевой клинический онкологический диспансер  
им. А. И. Крыжановского», Красноярск, Россия  
impr@impr.ru, priem@onkolog24.ru*

Целью исследования явилось изучение особенностей взаимосвязи между фенотипом и активностью респираторного взрыва нейтрофильных гранулоцитов у больных раком почки. Обследованы больные раком почки (Т3N0M0, светлоклеточный тип) в возрасте 40–55 лет до хирургического лечения. Диагноз рака почки у всех больных верифицирован гистологически. В качестве контрольной группы были обследованы практически здоровые люди аналогичного возрастного диапазона. Исследование фенотипа нейтрофильных гранулоцитов крови проводили методом проточной цитометрии. Уровень респираторного взрыва в нейтрофильных гранулоцитах определяли с помощью спонтанной и зимозан-индуцированной люцигенин- и люминол-зависимой хемилюминесценции. У больных раком почки обнаружены изменения во взаимосвязях между показателями респираторного взрыва и фенотипом нейтрофилов. При раке наблюдается полная потеря взаимосвязей показателей синтеза первичных и вторичных активных форм кислорода с количеством CD11b<sup>+</sup>-, CD62L<sup>+</sup>- и CD64<sup>+</sup>-нейтрофилов, но, как и у лиц контрольной группы, корреляционные связи выявляются с уровнем содержания HLA-DR<sup>+</sup>-клеток. Только у больных выявляется взаимосвязь уровня синтеза супероксид-радикала нейтрофилами, находящимися в состоянии относительного покоя, и экспрессией CD62L. При антигенной индукции респираторного взрыва данные взаимосвязи исчезают. Взаимосвязи синтеза первичных и вторичных активных форм кислорода с количеством CD11b<sup>+</sup>-, CD62L<sup>+</sup>- и CD64<sup>+</sup>-нейтрофилов, выявляемые у здоровых людей, характеризуют положительную зависимость между показателями «респираторного взрыва» и функциональной активацией клеток, которая выражается в экспрессии адгезионных и функциональных рецепторов. Можно предположить, что нарушение взаимосвязи между показателями респираторного взрыва и фенотипом нейтрофилов у больных раком почки определяется различными факторами. Во-первых, при раке меняется фенотип нейтрофилов крови (снижается содержание CD11b<sup>+</sup>-, CD62L<sup>+</sup>-, CD64<sup>+</sup>-, HLA-DR<sup>+</sup>- и HLA-DR<sup>+</sup>CD64<sup>+</sup>-нейтрофилов, повышается уровень экспрессии CD16- и HLA-DR-рецепторов), что, возможно, связано с миграцией клеток в опухоль. Во-вторых, у больных наблюдается увеличение интенсивности респираторного взрыва в нейтрофилах за счет повышения уровней синтеза первичных и вторичных активных форм кислорода, что может быть связано с действием различных опухолевых факторов (антигенов, регуляторных молекул). Выявленные особенности взаимосвязей между фенотипом и «респираторным взрывом» нейтрофилов характеризуют особенности иммунопатогенеза рака почки и могут быть использованы при разработке новых иммунотерапевтических методов.

## **ВЛИЯНИЕ ВТОРИЧНЫХ НЕЙТРОНОВ КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ НА ОБРАЗОВАНИЕ ОБЛАКОВ**

А. В. Салагаева

*КНЦ СО РАН, Красноярск, Россия*

*angelika\_80\_75@mail.ru*

Проблема влияния космического излучения на климат Земли достаточно новая и не имеющая в настоящее время однозначного решения. Одни научные коллективы полностью отвергают воздействие космических лучей на формирование облачного покрова и, соответственно, климата планеты. Другие считают, что эффект имеется, но достаточно небольшой – 3–10 %, максимум 20 %. Подобный разброс в результатах исследований связан с различиями в методиках изучения взаимосвязи космических лучей и облаков. То, что облака играют весьма значительную роль в динамике климатических изменений, известно уже давно, хотя каким именно образом облачный покров Земли влияет на климат, до сих пор точно не установлено.

В данной работе предлагается модель влияния космических лучей на климат, отличная от теории Свесмарка. В данной модели доминирующую роль играют не галактические космические лучи (ГКЛ), а порожденные ими вторичные космические лучи, преимущественно нуклонный компонент (нейтроны). Основой модели является взаимодействие вторичных нейтронов и аэрозолей. Заряженные аэрозольные частицы являются эффективными ядрами конденсации водяного пара, находящегося в атмосфере. Вторичные нейтроны генерируются ГКЛ при взаимодействиях с ядрами атомов воздуха. Атмосферные нейтроны взаимодействуют с аэрозолями посредством многократных соударений, после чего, когда их энергия уменьшится до тепловой энергии, они поглощаются аэрозолями, побочно выбивая электроны, тем самым осуществляя косвенную ионизацию. Выбитые электроны присоединяются к другим аэрозолям и вновь рекомбинируют с первичными аэрозолями. В результате масса первичной частицы возрастает. В атмосфере ускоряется процесс конденсации водяного пара и образования капель, что приводит к увеличению площади облачного покрова всего земного шара. Рассеивая коротковолновое солнечное излучение, частицы уменьшают приток солнечной радиации к Земле. Поэтому альбедо-эффект облачного покрова считается определяющим.

## **ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ДИФФУЗИОННОГО ИЗМЕНЕНИЯ ФОРМЫ И РАЗМЕРОВ ЭРИТРОЦИТОВ ПРИ ЛУЧЕВОМ ПОРАЖЕНИИ**

Г. П. Саркисян, А. Г. Саркисян, Н. С. Багдасарян

*Институт химической физики НАН РА, Ереван, Армения,*

*Сибирский федеральный университет, Красноярск, Россия*

*Международный поствузовский медико-биологический центр при МОН РА, Армения*

*hrachya\_sargsyan@mail.ru*

При исследовании проблемы радиочувствительности эритроцитов очень важен учет особенностей системы крови как единого целого. Согласно структурно-метаболической теории, существенным этапом радиационного поражения красных клеток крови является нарушение процессов транспорта ионов через биологические мембраны. Этому предшествует изменение проницаемости мембран эритроцитов. Наиболее быстро проявляющаяся реакция эритроцитов – это изменение их формы, а также увеличение их объема (набухание и лизис) или уменьшение (сморщивание) в зависимости от величины облученной дозы и стадии раннего пострадиационного периода.

Одной из фундаментальных проблем радиационной биофизики считается теоретическое и экспериментальное исследование действия ионизирующей радиации на проницаемость клеточной мембраны. Это в равной степени относится и к выяснению физико-химических основ изменения формы и размеров эритроцитов на разных стадиях раннего пострадиационного периода. Первые работы, посвященные изучению данного вопроса, появились в начале 1960-х гг.

В настоящее время радиобиологами накоплен определенный экспериментальный материал, относящийся к нарушению баланса ионов системы эритроцит – плазма крови, вызванного действием радиации. Вместе с тем применение существующих теоретических схем описания сложного процесса диффузионного переноса ионов и неионизированных микроэлементов (или их комплексов) через мембраны эритроцитов, подвергнутых радиационному воздействию, не всегда обеспечивает адекватное описание.

В работе описание диффузии проведено с помощью общего формализма нелинейной многокомпонентной диффузии. Формализация понятия «механизм диффузии» проведена с помощью математического аппарата, заимствованного из химической кинетики. Согласно этому подходу, механизм диффузии задается в виде совокупности элементарных актов диффузионного скачка частиц, каждый из которых записывается своим стехиометрическим уравнением.

На основании собственных исследований и литературных данных рассмотрены возможные физико-химические основы диффузионной природы наблюдаемых размерных сдвигов и предложена квазихимическая модель диффузии микроэлементов через биологические мембраны.



## **ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДИАМЕТРА ЭРИТРОЦИТОВ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ЦИФРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ МАЗКОВ КРОВИ**

П. Е. Сербат  
*КНЦ СО РАН*

*Красноярский государственный медицинский университет  
им. В. Ф. Войно-Ясенецкого, Красноярск, Россия  
serbatpolina@mail.ru*

Морфологические параметры крови – один из важнейших показателей состояния организма, поэтому анализ крови часто применяется в научных и медицинских исследованиях. Однако работа по определению характеристик форменных элементов крови требует большого количества времени при подсчете вручную на световом микроскопе, поэтому встает вопрос об автоматизации процесса измерения параметров клеток крови, в частности эритроцитов. В связи с этим была написана программа в среде Matlab для определения диаметра эритроцитов и построения кривой Прайс-Джонса, показывающей распределения эритроцитов по размеру. Внешний вид гистограммы позволяет наглядно оценить сдвиг кривой в сторону увеличения или уменьшения диаметра клеток и сравнить значение с нормальным распределением.

Программа использует в качестве входных данных цифровые изображения мазков крови. Далее происходит обработка изображения с последующим выделением объектов на нем. Анализ изображения включает в себя бинаризацию изображения и удаление шумов. Работа программы с клетками крови состоит из выделения границ объектов и считывания параметров клеток. Далее производится анализ формы эритроцита по метрическому критерию, вычисляемому на основе оценки площади и периметра, и критерию разницы наибольшего и наименьшего диаметра. Если полученные значения удовлетворяют обоим указанным критериям, тогда программа переводит значения диаметров из пикселей в микрометры посредством умножения на калибровочный коэффициент, вычисляемый исходя из разрешения камеры, с которой делали снимки мазков крови. Заключительный этап работы программы – это построение кривой Прайс-Джонса, отражающей распределение эритроцитов по диаметрам.

Результаты работы программы показали хорошую согласованность с экспериментальными данными, полученными при классическом методе подсчета оператором на световом микроскопе.

# РЕЗОНАНСЫ ГРАВИТАЦИОННЫХ ПРИЛИВОВ – ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ИСТОЧНИК ДЕФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ

В. Г. Сибгатулин

*Красноярский филиал ФГБУН Института вычислительных технологий СО РАН –  
СКТБ «Наука», Красноярск, Россия, es\_ropr@mail.ru*

Природу гравитационных приливов объяснил Ньютон. Несмотря на 300-летнюю историю закона всемирного тяготения, до сих пор не получено аналитического решения прогноза величины морских приливов. В земной коре гравитационные приливы приводят к изменениям напряженно-деформированного состояния (НДС) геологической среды. Гравитационные приливы связаны с вращением Луны вокруг Земли, барицентра Земля-Луна вокруг Солнца, Земли вокруг своей оси и, соответственно, классифицируются на полусуточные (12 часов), суточные (24 часа), 14-дневные и т. д. Различные типы гравитационных приливов могут вступать во взаимодействие и вызывать резонанс в виде усиления (ослабления) НДС геологической среды. Теория резонансов гравитационных приливов недостаточно разработана. При геодинимическом мониторинге в различных регионах РФ (Камчатка, Сахалин, Хабаровск, Алтае-Саянская сейсмоактивная область) экспериментально установлено проявление резонансов 14-дневных гравитационных приливов в различных геофизических полях (сейсмическом, электромагнитном (ЕИЭМПЗ), газгидрогеохимическом (радон), гидрогеодеформационном (ГГД)).

Экспериментально оценена величина прироста давления в нефтегазовых пластах-ловушках при резонансах гравитационных приливов (от 1,5 до 5 % от величины горного давления). Энергии резонансов достаточно для того, чтобы:

1) «раскачать» и вызвать стоячие волны в нефтегазовых объектах на глубинах до 4,0 км. На этой энергетической основе разработана технология флюидной резонансной сейсморазведки (ФРС);

2) вызвать разрядку сейсмических очагов при землетрясениях. Установлено, что резонансы гравитационных приливов (РГП) – основной триггер при сильных землетрясениях ( $M \geq 6,0$ );

3) РГП оказывают воздействие на крупные технические сооружения (типа плотин). При этом может совпасть (как в случае аварии на Саяно-Шушенской ГЭС 17.08.2009 г.) частота собственных колебаний сооружения и несущая частота волн деформации, генерируемых в геологической среде энергией РГП;

4) НДС геологической среды под влиянием РГП охватывает не только земную кору (30–40 км), но и литосферу и верхнюю часть мантии, так как колебания барицентра системы Земля-Луна в течение лунного (28–29 дней) месяца достигают 700 км (на глубине 1200–1300 м от поверхности).

На глубинах около 1500 м ученые (Hauke Marquardt and Lowell Miyagi, 2015) установили, что по неизвестной причине происходит уплотнение пород мантии за счет фазовых переходов в веществе. Наиболее вероятной

причиной этого явления является энергия колебаний барицентра системы Земля-Луна.

Таким образом, экспериментально установлено, что РГП обладают достаточной энергией для развития геодинамических процессов в геологической среде. Необходимо учитывать энергию РГП при планировании и интерпретации геофизических технологий поиска полезных ископаемых, проектировании и мониторинге крупных технических сооружений (плотины, ядерные могильники и т. д.).

## НОВОЕ СВОЙСТВО ПОЧВЕННЫХ АКТИНОМИЦЕТОВ

Р. Ю. Смирнов, Е. С. Кашникова, Л. С. Тирранен

*Сибирский федеральный университет*

*Институт биофизики СО РАН*

*КНЦ СО РАН, Красноярск, Россия*

*rostislav.smirnov.93@mail.ru*

Ранее выявлено, что культуры высших и низших микроскопических грибов обладают собственным хемилюминесцентным излучением, зависящим от условий культивирования и, видимо, являющимся общим свойством грибов. Полагаем, что если будет установлено наличие хемилюминесцентного излучения у почвенных актиномицетов, то их можно будет рассматривать как промежуточное звено в эволюции между бактериями и микроскопическими грибами.

Хемилюминесцентное излучение тканей плодовых тел в оптической области спектра обнаружено у исследованных высших грибов отдела Basidiomycota, относительно слабое излучение отмечено у наземных гифов нескольких видов из отделов Ascomycota и Zygomycota. Литературные данные по наличию хемилюминесцентного излучения у актиномицетов отсутствуют.

Цель: выявить наличие хемилюминесцентного излучения у почвенных актиномицетов и исследовать его проявления в зависимости от состава питательных сред.

Объектом исследований были актиномицеты рода Actinobacteria отдела Actinomycetales. Изучаемые культуры выделены из почвы Емельяновского района Красноярского края, посеяны на восемь различных питательных сред.

Для выявления у исследуемых актиномицетов хемилюминесцентного излучения и измерения его интенсивности использовался люминометр Glomax 20/20. Люминометр калиброван по стандарту Гастингса-Вебера, где одна люминесцентная единица равна  $2,7 \cdot 10^3$  квантов в 1 с. Регистрация излучения каждого образца проводилась в 10-кратной повторности. Посев исследуемых изолятов осуществлялся уколом в центр чашки Петри диаметром 35 мм, которые помещали в термостат при  $+26^\circ\text{C}$  до 2 сут., далее культивировали при комнатных условиях до 30 сут. (в зависимости от длительности эксперимента).

Результатами исследования достоверно установлено наличие хемилюминесцентного излучения у исследуемых актиномицетов и его зависимость от состава питательных сред, на которых они выращивались. Обнаружено, что интенсивность излучения актиномицетов была выше на среде, содержащей в своем составе углеводы.

Вывод: выявлено наличие хемилюминесцентного излучения у почвенных актиномицетов на 12-е сут. культивирования на среде, содержащей в своем составе углеводы.

# ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ ФТОРА В АБИОТИЧЕСКИХ И БИОТИЧЕСКИХ КОМПОНЕНТАХ ПРИРОДНЫХ СРЕД ПРЕДГОРИЙ ВОСТОЧНОГО САЯНА

Т. П. Спицына, Т. М. Куприянова, О. В. Тасейко  
*Сибирский государственный технологический университет*  
*Сибирский государственный аэрокосмический университет*  
*им. акад. М. Ф. Решетнёва, Красноярск, Россия*  
*t-spitsina@mail.ru, taseiko@gmail.com*

Газопылевые выбросы алюминиевых заводов оказывают существенное воздействие на природные экосистемы, так как в их состав входят токсичные производные фтора ( $\text{NaF}$ ,  $\text{KF}$ ,  $\text{NaAlF}_4$ ,  $\text{AlF}_3$ ,  $\text{CaF}_2$ ,  $\text{HF}$ ,  $\text{SiF}_4$  и пр.). Накопления фтора и его соединений активно исследуют многие ученые России, поскольку значительная часть предприятий алюминиевой отрасли расположена на территории Восточной Сибири. Однако отсутствуют работы, посвященные исследованию механизмов, контролирующих мобилизацию и вовлечение масс загрязняющих веществ в миграцию для выявления природных геохимических барьеров и определения объема буферности гомеостатичных систем в условиях высокой антропогенной нагрузки. В связи с этим целью работы являются составление количественной биогеохимической модели вноса, выноса и депонирования фтора в экосистеме р. Базаиха.

Фтор попадает в экосистемы предгорий Восточного Саяна с атмосферными осадками – в год выпадает в среднем  $181,3 \text{ кг/км}^2$  соединений этого элемента. В условиях воздействия непрерывной техногенной эмиссии фтор накапливается в живом веществе и почве. В хвое пихты сибирской его содержание значительно превышает кларковые значения ( $0,1 \text{ мг/кг}$ ) и составляет  $411,9 \text{ мг/кг}$ . Если, зная запас и фитомассу хвои, пересчитать данное значение на площадь, то получается  $259,1 \text{ кг/км}^2$ . Водорастворимая форма фтора в почве не превышает ПДК и составляет  $0,32 \text{ мг/кг}$ . Валовая форма в почве достаточно велика –  $2560 \text{ мг/кг}$  и в несколько раз превышает кларк почвы (составляет  $200 \text{ мг/кг}$ ).

Входящий поток элемента в экосистему – это осадки и атмосферный перенос, а выходящий – водный устьевой сток с бассейна р. Базаиха. Почвы, подстилка и донные отложения являются средой депонирования. В водах р. Базаиха содержание фтора не превышает  $\text{ПДК}_{\text{р.х.}}$  и составляет  $0,042 \text{ мг/л}$ , в донных отложениях –  $2560 \text{ мг/кг}$ . На основе показателей можно рассчитать балансовое соотношение прихода и расхода элемента в экосистеме водосбора р. Базаиха. Результаты показывают, что общий приход фтора с атмосферными осадками в 1,8 раза больше, чем вынос с поверхностными водами из бассейна реки.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 15-07-06982.*

# **ВЛИЯНИЕ КАВИТАЦИОННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА РЕОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВОДОУГОЛЬНЫХ ВЫСОКОКОНЦЕНТРИРОВАННЫХ СУСПЕНЗИЙ**

О. П. Стебелева, Л. В. Кашкина, Т. Ю. Емельянова, С. С. Добросмыслов,  
Т. А. Пьяных, Е. С. Сапожникова, П. О. Суходаев  
*Сибирский федеральный университет, Красноярск, Россия*  
*opstebeleva@mail.ru*

Проблема управления реологическими и теплофизическими свойствами водоугольных высококонцентрированных суспензий (ВУС) является актуальной. Основными проблемами на пути к расширенному применению ВУС являются: низкие показатели стабильности основных технологических характеристик, а также отсутствие научно обоснованных методических рекомендаций по созданию систем приготовления и хранения ВУС. В связи с этим, актуальной становится и задача описания механизма приготовления ВУС, управляемого и воспроизводимого процесса создания устойчивой суспензии.

Авторами была показана возможность влиять на свойства дисперсных систем методом высокоэнергетического гидродинамического кавитационного воздействия. Были установлены закономерности процессов формирования трубчатых углеродных структур и изменения свойств различных типов саж после кавитационной обработки, сформулирована феноменологическая модель образования наноструктурированных углеродных материалов, в состав которых входят гидратированные сажевые глобулы и фуллерен. Кроме того, в ходе экспериментальных исследований получены стабильные во времени взвеси, содержащие углеродные частицы, определено влияние гидродинамической кавитации на дисперсность сажевых и зольных материалов, полученных при сжигании канско-ачинских углей.

Кавитационная обработка определенной интенсивности и продолжительности позволит увеличить время седиментации и коагуляции углеродных частиц в ВУС, снизит вязкость за счет дополнительной механохимической деструкции, повышения температуры и изменения свойств воды (как компонента ВУС) в процессе обработки; полученные релаксационные характеристики после обработки позволят полнее описать механизм взаимодействия воды и угля. Результаты исследований дадут качественно новый уровень понимания механизма взаимодействия дисперсной фазы и жидкости в устойчивой суспензии: либо определяющую роль играют нано- и микрочастицы, получаемые в результате гидродинамической обработки, которые снижают вязкость дисперсионной среды и, как следствие, увеличивают седиментационную устойчивость всей суспензии; либо образовавшиеся в процессе кавитационной обработки свободные радикалы гидроксильных групп, водорода и кислорода участвуют в реакции гидролиза гуминовых кислот, содержащихся в углях, и приводят к образованию устойчивого геля гуминовых кислот, который снижает вязкость и повышает стабильность всей суспензии.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта 16-38-00477 мол\_а.*

## СОНОХИМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА МАГНИТНЫХ НАНОЧАСТИЦ ФЕРРИГИДРИТА В СУСПЕНЗИОННОМ СОСТОЯНИИ

С. В. Столяр, О. А. Баюков, В. П. Ладыгина, Р. С. Исхаков, Р. Н. Ярославцев

*Институт физики СО РАН*

*Сибирский федеральный университет*

*КНЦ СО РАН, Красноярск, Россия*

*rauf@iph.krasn.ru*

В данном сообщении приводятся результаты исследования методом мессбауэровской спектроскопии высушенных суспензий магнитных наночастиц, подвергнутых в суспензионном состоянии ультразвуковой обработке. В работах ранее были изучены особенности структуры и магнитных свойств наночастиц ферригидрита, образовавшихся в результате культивирования бактерий *Klebsiella oxitosa*. Частицы имели размеры 2–3 нм. Указанное соединение антиферромагнитное, однако в нанодисперсной форме оказывается ферримагнитным из-за декомпенсации магнитных моментов ионов  $\text{Fe}^{3+}$  на поверхности и в объеме частиц. Благодаря этому данные частицы могут составить конкуренцию ферро- и ферримагнитным частицам в различных практических приложениях, в том числе для целенаправленного переноса лекарственных препаратов в организмах.

Ультразвуковая обработка осуществлялась на аппарате серии «Волна» УЗТА-0,4/22-ОМ ООО «Центр ультразвуковых технологий», г. Бийск. Интенсивность ультразвукового воздействия  $> 10 \text{ Вт/см}^2$ , частота 22 кГц. Время обработки составляло 4–24 мин. Мессбауэровские измерения проведены с источником  $\text{Co}^{57}(\text{Cr})$ , имеющем ширину линии на полувысоте 0,24 мм/с на поглотителе из порошка нитропрусида натрия.

Было показано, что ультразвуковая обработка приводит к восстановлению  $\text{Fe}^{3+}$  до металлического состояния. Во всех выполненных нами экспериментах, при которых регистрировалось восстановление металла, в суспензиях присутствовала органическая составляющая. Полученные нами экспериментальные результаты позволяют выдвинуть предположение о возможности создания экологически чистых и малозатратных технологий получения металлов из окисленных состояний с помощью кавитации.

*Работа поддержана Специальной программой Министерства образования и науки Российской Федерации для Сибирского федерального университета. Поддержано РФФИ 16-03-00969 и РФФИ – ККФН р-сибирь-а проект № 15-42-04171.*

# **ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СРЕДА КРАСНОЯРСКА КАК СЛОЖНАЯ СИСТЕМА В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ**

В. И. Суслов

*Институт экономики и организации промышленного производства СО РАН,*

*Новосибирск, Россия*

*suslov@ieie.nsc.ru*

Рассматриваются экологические проблемы города Красноярска и его окрестностей в связи с алюминиевым заводом, теплоэнергетикой на канско-ачинских углях, Краснояркой ГЭС с ее зимней полыньей и летним холодом, потенциалом железнгорской атомной промышленности. Сопоставляются стоимостные оценки затрат на предотвращение экологических ущербов и результатов (потерь) от этих ущербов.



# ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПОПУЛЯЦИЙ: ПРЕДСТАВЛЕНИЕ, МОДЕЛИ И ПРОГНОЗЫ

В. Г. Суховольский

*Институт леса им. В. Н. Сукачева СО РАН, Красноярск, Россия*

*soukhovolsky@yandex.ru*

Для решения важной в экологическом, экономическом и социальном отношениях задачи прогноза воздействия опасных насекомых на лесные и сельскохозяйственные ценозы необходимо:

- выбрать оптимальный для данного вида вредителей способ представления данных о состоянии популяции вредителей, связанных с ней видов растений и животных, о воздействии модифицирующих факторов (прежде всего климатических) на состояние экосистемы;
- предложить модели динамики численности популяций вредителей, описывающих как стационарное состояние популяции на низком уровне плотности популяции, так и состояние популяции в режиме вспышки массового размножения;
- на основе предложенных моделей разработать методы кратко- и долгосрочного прогноза популяционной динамики насекомых-вредителей и методы оценки экологического риска повреждений растительности насекомыми.

К сожалению, существующие модели динамики популяций (модели Мальтуса, Ферхюльста, Гомперца и многочисленные производные от них модели) и модели взаимодействия популяций (уравнения Лотки-Вольтерра и их модификации) не позволяют описать динамику численности и дать прогноз динамики реальных популяций насекомых в конкретных экологических условиях.

В настоящей работе анализируются возможные способы представления данных по динамике численности лесных насекомых, рассматривается выбор тех или иных представлений при решении задач моделирования динамики численности популяций насекомых, обсуждаются возможности построения моделей популяционной динамики с учетом ограниченности возможностей измерений состояния компонентов моделируемого сообщества, рассматриваются возможности использования ARDL (auto-regressive distributive lag)-моделей, моделей фазовых переходов первого и второго рода, моделей распределения экстремумов случайных процессов для моделирования популяционной динамики насекомых, рассматриваются методы кратко- и долгосрочного прогнозирования рисков воздействия насекомых на биоту в условиях возможных климатических изменений.

*Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант № 15-04-01192).*

## **ОНКОЗАБОЛЕВАНИЯ В США: ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКАЯ ДИНАМИКА В РАЗЛИЧНЫХ ЭТНИЧЕСКИХ ГРУППАХ НАСЕЛЕНИЯ НА ПРОТЯЖЕНИИ ПОСЛЕДНИХ ДЕСЯТИЛЕТИЙ**

В. Г. Суховольский, А. В. Ковалев  
*КНЦ СО РАН, Красноярск, Россия*

Хорошо известно, что на развитие онкозаболеваний влияет значительное число факторов, связанных с присутствием в популяции определенных онкогенов, с особенностями питания, образа жизни и привычками населения (например, курения), с состоянием окружающей среды (Thomas, 2009). Однако воздействие всех этих факторов проявляется достаточно медленно, и онкологические заболевания принадлежат к классу возрастнo-зависимых заболеваний наряду с такими заболеваниями, как, например, болезнь Альцгеймера. В связи с этим важнейшим показателем риска тех или иных онкозаболеваний является возраст пациента, и значительное число работ посвящено анализу возрастных кривых онкозаболеваний (Frank, 2007). Ранее для описания популяционной динамики онкозаболеваний была предложена модель фазового перехода второго рода (Суховольский и др., 2015). В качестве независимой переменной в модели рассматривается величина обратного возраста  $1/T$ , а в качестве зависимой переменной, характеризующей онкологическую эпидемиологическую динамику, – когортная заболеваемость  $q$  – отношение числа заболевших (мужчин или женщин) данной формой рака в определенной возрастной группе к численности мужчин или женщин в данной возрастной когорте. Согласно этой модели, кривые популяционной онкодинамики характеризуется двумя показателями – критическим возрастом  $T_c$ , по достижению которого начинаются онкозаболевания определенного типа, и интенсивностью  $B$  развития этих заболеваний после достижения критического возраста.

Ранее было показано, что для разных этнических групп населения критические показатели заболеваемости значимо различаются (Суховольский и др., 2015). Такие различия могут быть связаны как с особенностями генома отдельных этносов, так и с влиянием образа жизни и внешних канцерогенных факторов. Настоящая работа посвящена дальнейшему анализу различий популяционной онкодинамики для представителей различных этнических групп населения. Для анализа использовались официальные данные статистики США по таким формам онкозаболеваний, как рак простаты, рак толстой и прямой кишки, рак легких и бронхов, рак молочной железы у представителей четырех этнических групп – белых, черных, азиатов и испаноговорящих (латиноамериканцев).

Проведенный анализ показал, что существуют значимые различия в характеристиках популяционной онкодинамики для различных этнических групп. Кроме того, показано, что последнее десятилетие характеризуется существованием устойчивого тренда модельных показателей популяционной онкодинамики для всех этнических групп населения США.

## **ЭВОЛЮЦИЯ ЗАВИСИМОСТИ МЕЖДУ ВЫБРОСАМИ CO<sub>2</sub> И ПОКАЗАТЕЛЯМИ ВВП: МЕЖДУНАРОДНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В ТЕЧЕНИЕ ПОСЛЕДНИХ 40 ЛЕТ**

С. В. Тазеев, А. В. Салагаева, В. Л. Гавриков, Р. Г. Хлебопрос  
*КНЦ СО РАН*

*Сибирский федеральный университет, Красноярск, Россия*

Каждая страна производит товары и услуги, которые можно учесть в денежном эквиваленте в виде внутреннего валового продукта (ВВП); и каждая страна выделяет углекислый газ (CO<sub>2</sub>), так как производство товаров и услуг требует энергетических затрат, которые в значительной степени зависят от потребления ископаемого топлива. При этом страны, отличающиеся по структуре или специализации экономики, отличаются также и по количеству выбросов CO<sub>2</sub>, произведенных по отношению к ВВП.

Учитывая тот факт, что на сегодняшний день не существует никакого окончательного понимания соотношения CO<sub>2</sub>/ВВП, мы решили сосредоточиться на рассмотрении стратегий экономического поведения различных стран.

Данные по выбросам CO<sub>2</sub> (кТ / душу населения) и ВВП (рассчитанные по паритету покупательной способности на душу населения (ВВП ППП)) взяты из базы данных Всемирного банка и проанализированы с 1973 по 2011 г. для подавляющего большинства стран, представленных в списках.

Результаты анализа показывают, что к 2011 г. могут быть выделены четыре кластера стран, отличающихся по характеру зависимости выбросов CO<sub>2</sub> к ВВП на душу населения. Рассматривая ситуацию за приведенный период, можно проследить эволюцию этих кластеров и их современного состояния, а также составляющие их страны. Образование этих кластеров связано с двумя точками бифуркации в области уровня (ВВП ППП на душу населения) порядка 20 тыс. долл. США и порядка 50 тыс. долл. США. Во всех кластерах резко различается величина дополнительной эмиссии CO<sub>2</sub> при увеличении ВВП на 1000 долл. США.

Наблюдая за эволюцией этих четырех кластеров, мы находим четыре стратегии роста, связанные с наращиванием выбросов CO<sub>2</sub>. Понимание характера этих изменений может помочь выбрать стратегию управления квотами на выбросы CO<sub>2</sub> и определения финансового вклада различных стран.

# ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ПРОЦЕССЫ САМООЧИЩЕНИЯ МАЛЫХ РЕК В УСЛОВИЯХ РЕЗКО КОНТИНЕНТАЛЬНОГО КЛИМАТА ЦЕНТРАЛЬНОЙ СИБИРИ

О. В. Тасейко, Т. П. Спицына

*Сибирский государственный аэрокосмический университет*

*им. акад. М. Ф. Решетнева*

*Сибирский государственный технологический университет, Красноярск, Россия*

*taseiko@gmail.com, t-spitsina@mail.ru*

Оценка и прогноз самоочищающей способности водоемов является важной частью практической задачи разработки региональных нормативов качества водных объектов. Изучение этих процессов в водотоках затрудняется тем, что каждой реке свойственна естественная неоднородность экологических структур от верховьев к устью. Как правило, основной вклад в процесс самоочищения вносят биохимические механизмы и только при угнетении гидробионтов под действием тяжелых металлов, нефтепродуктов и других токсикантов более существенную роль начинают играть химические и физико-химические процессы.

Целью работы являлось математическое описание процессов самовосстановления малых рек и определение химико-биологических параметров модели с учетом региональных особенностей.

Для решения задачи использовалась модель, учитывающая процессы биохимической трансформации и адвективного переноса основных биогенных элементов, характеризующих самоочищение водотоков.

Для уточнения параметров и верификации модели использовались результаты наблюдений на постах государственной сети мониторинга ГУ «Красноярский ЦГМС-Р» за период с 1985 по 2010 г. в р. Кача бассейна Среднего Енисея (3 створа).

Оценены коэффициенты нитрификации, денитрификации, скорость минерализации фосфора общего и азота органического. Выполнено уточнение параметров биохимического окисления и реаэрации. Показана степень зависимости всех коэффициентов от природно-климатических условий. Оценен вклад основных процессов, учитываемых в модели, в процессы самоочищения, протекающие в малых реках в условиях резко континентального климата Центральной Сибири.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 15-07-06982.*

## ВЛИЯНИЕ АЦЕТАЛЬДЕГИДА И ЭТИЛЕНА НА РОСТ МИКРОБОВ

Л. С. Тирранен

Институт биофизики СО РАН  
КНЦ СО РАН, Красноярск, Россия  
l-tiran@ya.ru

В ряде работ показано, что угнетение роста растений в замкнутой экосистеме может быть связано с особенностями газового состава ее атмосферы (Gitelson et.al., 2003). Необходим поиск в атмосфере замкнутой системы токсиантов, вызывающих ингибирование растений. Наиболее быстро ответная реакция развивается на уровне прямого действия вещества на микробную клетку с учетом ее преимуществ: высокой скорости размножения и высокой чувствительности к воздействию загрязнителей.

Цель работы – оценка влияния на популяционном и клеточном уровнях возможных источников загрязнения атмосферы замкнутой экосистемы на рост тест-культур микроорганизмов.

Объект исследования на популяционном уровне – ацетальдегид и этилен. Объект исследования на клеточном уровне – этилен. Исследуемые газы являются продуктами жизнедеятельности растений, микроорганизмов и могут быть техногенными загрязнителями и накапливаться в атмосфере ЗЭС.

Для изучения влияния ацетальдегида тест-микробы выращивали в герметичной камере для культивирования микроорганизмов на твердых средах. В качестве тест-культур использованы 79 штаммов микробов из родов *Achromobacter*, *Bacillus*, *Enterobacter*, *Erwinia*, *Flavobacterium*, *Micrococcus*, *Pseudomonas*, *Xanthomonas* и некоторые другие.

Получен различный спектр действия ацетальдегида и этилена на один и тот же набор тест-культур микроорганизмов. Это говорит о его избирательной чувствительности к различным летучим веществам и дает возможность использовать предложенный метод и данный набор тест-культур для биоиндикации атмосферы ЗЭС.

Влияние этилена на рост *Bacillus cereus* на клеточном уровне изучено в ростовой микрокамере О. Ю. Кузнецова, наполненной исследуемым газом. Проведенные исследования показали, что под воздействием этилена не изменялись морфологические характеристики клеток *Bacillus cereus*.

Определение часовой динамики численности клеток свидетельствует о том, что в первые часы культивирования в атмосфере с концентрациями этилена 2, 30 и 80 % происходит незначительная, но достоверная задержка роста *Bacillus cereus*. В последующие часы при концентрации 80 % этилена в атмосфере микрокамеры какое-либо воздействие его на бактерии отсутствует, что совпадает с данными Д. И. Никитина и Э. С. Никитиной (1978), у которых в экспериментах этилен (при концентрации 90 %) был нейтрален по отношению к бактериям из 18 разных родов.

В соответствии с полученными результатами достоверная стимуляция роста *Bacillus cereus* 60 наблюдалась при низких концентрациях этилена ( $2 \cdot 10^{-4}$  и 2 %) через 4–5 ч роста культуры в микрокамере О. Ю. Кузнецова.

## ЭЛЕКТРОДИНАМИКА СЛОЖНЫХ СИСТЕМ

А. К. Томилин

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск, Россия  
aktomilin@gmail.com, aktomilin@tpu.ru*

Электродинамическая теория сформировалась в конце XIX века благодаря работам Максвелла, Лоренца, Хевисайда и Герца. Она позволила создать современные средства радиосвязи и телекоммуникаций. Тем не менее остается открытым вопрос: охватывает ли эта теория весь комплекс электромагнитных явлений? Основания для постановки такого вопроса, безусловно, существуют.

Прежде всего, современная электродинамика, основанная на уравнениях Максвелла, не отвечает в полной мере основным требованиям теории поля, в частности теореме Гельмгольца. Она описывает только магнитные поля, созданные простейшими объектами: прямолинейным бесконечным током и линейным соленоидом. Для описания полей более сложных электродинамических систем необходимо использовать четырехмерный вектор-потенциал  $(\mathbf{A}, \phi/c)$ . При этом вектор  $\mathbf{A}$  должен обладать как вихревой, так и потенциальной компонентами. Такой подход позволяет устранить проблемы, связанные с описанием электромагнитного волнового процесса. При этом не используются произвольные математические ограничения в виде калибровок.

Показано, что магнитное поле представляет собой конвективное изменение 4-вектора  $(\mathbf{A}, \phi/c)$  в выбранной системе отсчета. В обобщенной макроскопической теории магнитное поле сложных электродинамических систем определяется потенциально-вихревым 4-вектором  $(\mathbf{B}, B^*)$ . Скалярная функция  $B^*(\mathbf{r}, t)$  соответствует потенциальной компоненте магнитного поля. Обобщенная электромагнитная волна в любой среде описывается четырьмя волновыми уравнениями. При этом учитываются вихревые и потенциальные электромагнитные процессы. Соответственно, образуются как поперечные, так и продольные электромагнитные волны. Проведены известные эксперименты с продольными электроскалярными волнами, исследованы их свойства. Обобщенная теория правильно отражает энергетические соотношения в электромагнитном процессе.

Обсуждаются перспективные направления развития радиотехники и телекоммуникационных технологий.

## ДИАГНОСТИКА СОСТОЯНИЯ СИЛОВОГО ТРАНСФОРМАТОРА В КРИТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

А. В. Тюрюмина, В. С. Секацкий, А. П. Батрак

*ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», Красноярск, Россия  
eternity17@list.ru*

В настоящее время фонд силовых высоковольтных трансформаторов в России изношен на 60–80 %. Очевидно, что замена большого числа трансформаторов с исчерпанным ресурсом в короткие сроки экономически и технически невыполнима, поэтому их годовое обновление не превышает 3–5 %.

Как следствие, становится крайне актуальным вопрос поиска новых подходов и методов мониторинга, диагностики, оценки состояния, технического обслуживания, ремонта и продления эксплуатации трансформаторов без потери устойчивости и надежности электрических сетей. Для решения этой задачи необходимо определить критерий диагностики. Таким критерием для нас является старение. Старение системы изоляции трансформатора претерпевает наибольшие изменения в процессе эксплуатации.

Существует множество методов контроля состояния бумажно-масляной системы изоляции трансформатора. Однако большинство из них требует финансовых, временных и трудовых затрат, которые влияют на устойчивость энергосистемы и не подходят для комплексной диагностики в режиме реального времени.

Одним из надежных методов мониторинга системы изоляции трансформатора в реальном времени является метод акустической эмиссии. Мы предлагаем использовать данный метод для изучения влияния примесей, которые образуются в трансформаторном масле во время эксплуатации трансформатора (вода, целлюлозные волокна, газовая фаза) на акустический импеданс трансформаторного масла.

Для этого в образцы нового (неэксплуатируемого) трансформаторного масла добавлялись примеси. Суть метода сводится к регистрации синусоидального акустического сигнала, генерируемого содержанием примесей в масле.

Предварительные исследования показали, что в первоначально заданных условиях метод не является чувствительным к определению влияния газовой фазы на качество трансформаторного масла.

В то же время было установлено, что амплитудно-частотная характеристика трансформаторного масла имеет сильную корреляционную зависимость от содержания воды в масле. Зависимость является линейной.

Корреляция между содержанием волокон целлюлозы в масле и мощность звуковой волны существует. Однако она имеет более сложный характер.

Применение метода акустической эмиссии может позволить повысить устойчивость и надежность работы силовых трансформаторов, сократить затраты на диагностику их состояния и упростить процедуру проверок в режиме реального времени.

# О ПРИМЕНЕНИИ КОМБИНИРОВАННОГО ПОДХОДА К ОБУЧЕНИЮ НЕЙРОСЕТЕВЫХ МОДЕЛЕЙ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ РАСПОЗНАВАНИЯ ЭМОЦИЙ

Д. В. Федотов, М. Ю. Сидоров

*Сибирский государственный аэрокосмический университет им. акад. М. Ф. Решетнёва,  
Красноярск, Россия*

*Ульмский университет, Ульм, Германия  
fedotov.dm.v@gmail.com, maxim.sidorov@uni-ulm.de*

В настоящее время широкую популярность набирают исследования в области человеко-машинного взаимодействия. Примерами, наиболее близкими к пользователям, можно назвать голосовые помощники, встроенные в современные смартфоны: Siri, Cortana, Google Now. Они позволяют анализировать запрос пользователя и выдавать релевантные результаты. Качество человеко-машинного взаимодействия может быть значительно улучшено с помощью технологий распознавания эмоций, так как любая фраза помимо смысловой нагрузки несет в себе также эмоциональную составляющую, от которой может меняться смысл утверждения.

Для решения задачи распознавания образов широко применяются нейронные сети, однако стандартные методы обучения нейронных сетей имеют тенденцию попадать в локальные оптимумы, что сказывается на качестве всей модели в целом. Для избегания подобных ситуаций предлагается использовать многомерные методы глобальной оптимизации для предварительной настройки весовых коэффициентов, в ходе работы которых будет оцениваться перспективность определенной комбинации параметров для дальнейшего использования градиентных методов. Методами глобальной оптимизации могут служить эволюционные алгоритмы, хорошо зарекомендовавшие себя в качестве методов решения задач глобальной оптимизации. В данной работе использованы следующие алгоритмы: генетический (genetic algorithm), метод роя частиц (particle swarm optimization), поиска кукушки (cuckoo search), дифференциальной эволюции (differential evolution). Применение эволюционных алгоритмов для предварительной настройки весовых коэффициентов нейронной сети позволило увеличить качество получаемых моделей и повысить точность решения задачи распознавания эмоций на  $\sim 2\%$ .



# **БИОТИЧЕСКИЕ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЦИКЛА БЕНСОНА – БАССЭМА – КАЛЬВИНА И КООПЕРАТИВНОГО ФОТОСИНТЕЗА – ОТВЕТ НА ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ И РАЗВИТИЯ ФОТОТРОФНЫХ ЖИВЫХ СИСТЕМ**

И. Р. Фомина, К. Я. Биль

*ФГБУН «Институт фундаментальных проблем биологии Российской академии наук»,  
Пушино, Московская обл., Россия*

*Biosphere Systems International Foundation, Tucson, Arizona, USA*

*irafomi@rambler.ru, karlbiel@hotmail.com*

В обзоре, посвященном памяти А. Бенсона и Ю. С. Карпилова, рассмотрено возникновение и развитие у фототрофных организмов фотосинтетического углеродного метаболизма. Древнейшими автотрофными циклами ассимиляции неорганического углерода являются предположительно 3-гидроксипропионатный цикл и цикл Арнона. Необходимость снижения зависимости протоклеток от органических источников углерода привела к формированию, в качестве «надстройки» к циклу Арнона, восстановительного пентозофосфатного (ВП) цикла. Именно этот путь углерода при фотосинтезе – цикл Бенсона – Бассэма – Кальвина – был впервые изучен А. Бенсоном с соавторами с помощью метода радиохроматографии, им разработанного. У окислительных фотосинтетиков ВП-цикл стал основным путем фиксации и восстановления углекислоты, что позволило «обратить» реакции цикла Арнона в окислительную сторону (цикл Кребса) для использования кислорода в качестве терминального акцептора электронов и послужило «толчком» к эволюционному развитию аэробных форм жизни. Заселение суши представителями флоры вызвало необходимость их адаптации к дефициту «неисчерпаемого» в водной среде субстрата – воды, а также к действию солнечной радиации в незащищенных водным экраном условиях обитания. У наземных, особенно высших, растений это обусловило формирование огромного количества структурно-функциональных приспособлений. Как следствие, миллионы лет ВП-цикл не нуждался в дополнительных биохимических «надстройках». В середине XX века Карпиловым (1960) и Корчаком с соавторами (Hartt et al. 1954; Kortschak et al. 1965) были начаты исследования углеродного метаболизма фотосинтеза у видов с диморфными фототрофными тканями. Идея о метаболической кооперации этих тканей при фотосинтезе была высказана и доказана в конце 60-х гг. Предположение Карпилова о возникновении C<sub>4</sub>-видов в период смены тропических лесов саваннами подтверждено современными филогенетическими данными. Развитие биохимических и структурных «надстроек» у C<sub>4</sub>- и САМ-растений не лишило ВП-цикл его ключевой роли в фотосинтетическом метаболизме углерода. Иными словами, метаболизм C<sub>4</sub>-кислот не стал обособленным фототрофным циклом. С этих позиций нами высказана и прорабатывается гипотеза об экранирующей роли верхних слоев мезофилла C<sub>3</sub>- и САМ-растений и мезофилла C<sub>4</sub>-растений для защиты ВП-цикла от воздействия неблагоприятных факторов среды.

## МОДЕЛЬ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ВОЗРАСТНЫХ ГРУПП ЗАНЯТОГО НАСЕЛЕНИЯ В РЕГИОНАХ ЮГА ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

М. Ю. Хавинсон, М. П. Кулаков

*ФГБУН «Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН»*

*Биробиджан, Россия*

*havinson@list.ru, k\_matvey@mail.ru*

Для объяснения наблюдаемых колебаний численности занятых разных возрастных групп населения предлагается математическая модель взаимодействия этих групп между собой, которое описывается по типу популяционных взаимодействий (конкуренция, дискриминация, помощь, угнетение и т. п.). Рассматриваются три возрастные группы: молодые специалисты (15–29 лет), с опытом работы (30–49 лет), работники предпенсионного и пенсионного возраста (50 лет и старше). Исследование данной модели показало наличие в ней сложных динамических режимов – множественных состояний равновесий, между которыми наблюдаются разнообразные бифуркации, приводящие к возникновению периодических (предельные циклы) и нерегулярных режимов (странные аттракторы лоренцевского типа). Показано, что, несмотря на большое число параметров, можно выделить 1–2 параметра порядка, которые оказывают существенное влияние на тип динамики и переход между ними (бифуркации коразмерности 1 или 2). Таковыми являются параметры, характеризующие пополнение возрастных групп из экономически неактивного населения.

Для Дальневосточного федерального округа (ДФО) и отдельных регионов юга ДФО выполнена оценка параметров предложенной модели. Наибольший интерес представляют параметры, которые характеризуют информационные взаимодействия, прямо не отраженные в статистических данных. В частности, в целом по ДФО установлено, что занятые 50 лет и старше находятся с работающей молодежью до 29 лет в отношениях дискриминации. Занятые до 29 лет и 30–49 лет находятся в отношениях партнерства. Для Приморского края удалось выявить эффект перемешивания сценариев динамики, что характерно для систем, находящихся в состоянии структурной перестройки. Этот эффект выражается в том, что при изменении миграционного притока занятых 30–49 лет будут формироваться длинные циклы занятости. Анализ устойчивости построенной модели выполнялся в окрестности точечных оценок параметров, для чего определялся тип устойчивости каждой особой точки при варьировании значений параметров вокруг этой оценки. В результате были получены области глобальной устойчивости, а также установлено, что даже в них между особыми точками наблюдается разнообразные бифуркации, в том числе обмена устойчивости (транскритическая, вил и типа складки), а также рождения седло-узловых точек. Эти бифуркации сопровождаются существенными перестройками динамики численности разновозрастных специалистов. Например, возможны резкие переходы к значительно большим или меньшим значениям численности, появление бистабильных режимов.

*Публикация подготовлена в рамках поддержанного РГНФ научного проекта № 15-32-01275.*

## **ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ ИСТОЧНИК ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ И ДИНАМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ПЛЮМАХ**

Р. Г. Хлебопрос, В. Е. Захватаев, В. А. Слепков, М. И. Кузьмин

*КНЦ СО РАН, Красноярск, Россия*

*Сибирский федеральный университет, Красноярск, Россия*

*Институт неорганической химии им. А. В. Николаева СО РАН, Новосибирск, Россия*

*Институт геохимии им. А. П. Виноградова СО РАН, Иркутск, Россия*

На основе гипотезы С. П. Габуды о существовании перехода молекулы  $\text{SiO}_2$  из линейной в изомерную форму с кольцеобразной (уголковой) структурой высказывается идея о том, что в нижней мантии при плавлении мантийного вещества может осуществляться фазовый переход уголковой формы  $\text{SiO}_2$  в линейную форму  $\text{SiO}_2$ . Этот фазовый переход может иметь большое значение для процессов нижнемантийной конвекции, а также для подъема мантийных плюмов, несущих к поверхности Земли как тепловую энергию, так и целый комплекс элементов платиновой группы и редких элементов.

## ГРАЖДАНСКИЕ ИНИЦИАТИВЫ В ЭКОЛОГИИ

Е. Н. Ходос

*Региональное общественное экологическое движение «Чистый Край», Красноярск, Россия  
en-hodos@mail.ru*

*Простота и доступность реализации общественных инициатив.* Обсуждение проблемы входа в общественную деятельность волонтеров, гражданских активистов, общественных организаций. Отсутствие понятных и известных механизмов начала общественной деятельности, механизмов влияния на существующие проблемы, готовых шаблонов решения экологических проблем. В качестве успешных примеров будут озвучены федеральные проекты и проекты из края, а также из других сфер общественной деятельности.

*Просветительская деятельность как инструмент вовлечения в общественную деятельность.* Будет озвучена проблема непонимания подавляющим большинством населения экологических проблем, отсутствия системы просвещения для широкого круга слушателей и, главное, механизмов привлечения людей на подобные мероприятия. В качестве успешного примера будет рассказано об экологической лектории, которую организовало общественное движение «Чистый Край» весной 2016 г.

*Привлечение внимания к существующим проблемам.* Громкие скандальные акции и происшествия являются катализаторами для решения серьезных общественных проблем. Мы обсудим несколько акций, которые прошли в Красноярске, а также роль подобных мероприятий в мире.

*Общественный экологический контроль.* Роль общественного контроля в решении экологических проблем. Основные препятствия его осуществления. Возможные варианты применения в Красноярске и в России.

# МОДЕЛЬ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ В МЕТАБОЛИЧЕСКОЙ СЕТИ ИЗОЛИРОВАННОЙ ПЕРФУЗИРУЕМОЙ ПЕЧЕНИ КРЫСЫ

К. В. Шадрин  
КНЦ СО РАН

*Красноярский государственный медицинский университет  
им. В. Ф. Войно-Ясенецкого, Красноярск, Россия  
kvsh\_buffon@mail.ru*

Печень в условиях изолированной перфузии может потреблять кислород не только через сосудистое русло, но и из окружающей среды через свою поверхность. Такой способ потребления связан с затратами энергии, а это, в свою очередь, приводит к возникновению конкуренции между ним и другими энергозависимыми процессами метаболической сети за энергетический ресурс. Вопрос о том, вносит ли новый потребитель энергии дисбаланс в процесс распределения энергии в метаболической сети, до настоящего времени не обсуждался.

В работе использовали модель распределения ресурсов Ципфа-Парето. Поскольку метаболическая система печени представляет собой устойчивую и слаженно работающую систему, то для нее зависимость между величиной метаболического потока (в данном случае «потребителя ресурса») и его рангом (самый большой метаболический поток имеет ранг 1 и далее по убыванию), построенная в двойных логарифмических координатах, должна описываться прямой.

В качестве исходных данных для построения модели использовали значения метаболических потоков в изолированной перфузируемой печени крысы, находящейся в трех различных состояниях: нормального снабжения кислородом, гистотоксической гипоксии, нормобарической гипоксии. Метаболические потоки вычисляли с использованием метода Flux Balance Analysis. Из полученных потоков отбирали те, для протекания которых необходима энергия (синтез или распад АТФ), после чего их ранжировали и наносили координатную плоскость  $f(x_1, x_2)$ , где  $x_1$  – натуральный логарифм ранга,  $x_2$  – натуральный логарифм метаболического потока.

Результаты показали, что для всех групп имеет место хорошая линейная зависимость с коэффициентом детерминации  $R^2$ , равным в среднем 0,97 для контроля, 0,88 – для нормобарической гипоксии и 0,98 – для гистотоксической гипоксии.

Таким образом можно заключить, что «потребитель» энергетического ресурса – транспорт кислорода через поверхность – не вносит рассогласования в систему распределения энергетического ресурса в метаболической сети изолированной перфузируемой печени крысы.

# EARTHQUAKE MECHANISM AND EARTHQUAKE PRECURSORS RELATED TO CRUST RHEOLOGY

Zuoxun Zeng, Xianrui Li, Shimin Xiang, Jie Wang, Kangli Chen, Zhipeng Zhou and Qiujiào Du  
School of Earth Sciences, China University of Geosciences  
Wuhan, 430074, P.R.China, zuoxun.zeng@126.com

The present dominant theory to explain large earthquakes is the releasing of strain energy on locked faults. However, some earthquake precursors such as radio element anomalies, heat flux, large amount gas releasing, can not be well explained only by the slip along the fault. A new earthquake mechanism model (Fig.1) is presented in this paper for the preparation and occurrence of major continental earthquakes. The tremendous heat from the asthenosphere upwelling causes increasing of temperature and pressure and decreasing the viscosity of the fluid inside the seismic source cavity in the middle and lower crust. A major earthquake will occur when the pressure inside the cavity reach the critical value of the strength of the active fault intersecting the top or the the edge of the seismic source cavity . Inside the cavity, the low viscosity fluid shows low velocity and high conductivity. This can be well recognized by geophysical data. We have got many practical examples of the hypocenter located at the top or edge of a low velocity and high conductivity seismic cavity intersecting an active fault, such as Tangshan (1976, Ms7.8), Minxian (2013, Ms6.6), Ludian (2014, Ms6.5), Jinggu (2014, Ms6.6) earthquakes. In our opinion, the released energy comes from two parts. One is from the explosion resulted from the expansion of the seismic cavity and from the increasing ultrahigh pressure. Another is from the strain energy resulted from the regional tectonic stress field. Large scale cryptoexplosive breccia indicating seismic source body formed in the deep crust in geological history is found on the surface oand subsurface in China rexently. They recorded the explosion processes of ancient major earthquakes. Stress field of the circum-Bohai area of China derived from different earthquake mechanism solutions shows that the maximum principal stresse axes are vertical or sub-vertical above the Tangshan Earthquake, apart from the other area where the maximum principal stress axes are sub-horizontal. This indicates existence of the high pressure seismic cavity which causes the anomalous stress field above the seismic source cavity. The abnormal temperature and gas-releasing before large earthquakes suggest that the heat and gas are resulted from the high temperature and high pressure seismic source cavity. We have had the experience in application of abnormal temperature and gas-releasing to the earthquake prediction.

This work is supported by the Natural Science Foundation of China under grant No. 41230206. We thank Xiongfei Zeng and Weiran Yang for their frequent discussion with the first author.

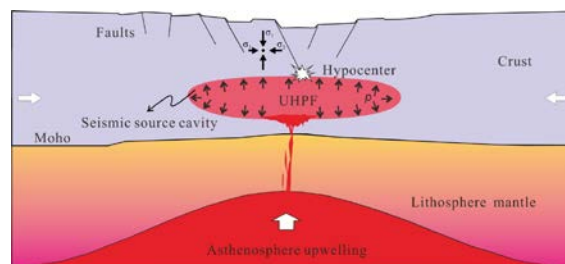


Fig 1. Preparation and occurrence of major earthquakes caused by the accumulation of pressure inside the seismic source cavity in the middle or lower crust. UHPF: Ultrahigh Pressure Fluid,  $p$ : pressure in the seismic source cavity

# THE FLUID DYNAMICS THEORY FOR EARTHQUAKE PRECURSORS AND EARTHQUAKE PREDICTION

Xiongfei Zeng, Yan Zeng

*Yugong Institute of Science and Technology,*

*Huizhou Sanbao Biochem-Scitech Co., LTD, Huizhou 516025, China*

*hzesanbao@126.com*

Geomagnetism, geoelectro and stress disturbance mainly with seismic activity related, in the burst dynamics theory of seismic structural and the circum Pacific 32 earthquake precursor monitoring stations, including the Chinese Academy of Sciences, the United States and Australia geomagnetic stations (28), and Huizhou and Beijing QZ-2 geoelectric instruments, China University of Geosciences (Wuhan) ,its Wuhan station and Beijing station, the based on their monitoring data and then establish the hydrodynamic theory of earthquake precursors, including the theory of magnetic fluid dynamics and earthquake prediction of W/M face-spectrum technology.

Earthquake precursor wave is the resonant wave including tidal and geomagnetic resonant wave, in which after mantle (crust and mantle) occlusion burst the energy flow of the plasma is transported to seismic occlusion body (SOB) causing the rupture and collapse of the SOB, forming resonant cell (RC),then in the form of wave loading (fast) and the unloading wave (slow) propagating to the external medium. The resonance period determines the magnitude, the time difference between the fast and slow wave determines the distance of the epicenter, and the growth of the RC determines the time of the earthquake burst. Resonance cells appear to be a sign of earthquake into the trigger phase; then opened earthquake energy release channel (explosion chimney). With the decrease of the diameter of the chimney, high frequency resonance wave, said the channel is getting more and more close to the ground, and the magnetometer and QZ-2 electric meter most magical are, recorded the growth process of the explosion chimney, humans are able to «witness» earthquake is imminent, therefore they become currently the best monitoring means of earthquake prediction.

Resonance cell morphology was similar to W/M, different seismic structure, resonance cell morphology is slightly different, inside the RC, there is a lot of information for earthquake elements, a method for predicting the seismic technology, said it the face-spectrum, according to monitored by the instruments, the spectrum, their ownership, resonance cycle and fast and slow wave time difference of identification, can determine the magnitude, epicenter and the time of the outbreak, has confirmed by a lot of seismic prediction.

Small tidal resonance wave propagation speed (fast wave 323 km/h) and the seismic epicenter distance about 5000 km earthquake, the identification of the time difference of wave propagation is convenient; but magnetic resonance wave fast speed as high as 9368 km/h, almost at the same time arrival global monitoring station, facilitates the identification of resonance wave attribution for seismic structure. Mankind has finally ushered in a new era of earthquake prediction.