



Санкт-Петербургский  
государственный университет  
Научный парк

## ***Сборник тезисов***

*1-й междисциплинарной конференции*

***«Современные решения для исследования  
природных, синтетических и биологических  
материалов»***

*Санкт-Петербург, Россия  
20-22 октября 2014*



Генеральный спонсор — ООО «Аналит Продактс»  
Спонсоры конференции — ООО «БиоЛайн»  
ООО «Брукер»  
Представительство АО  
«Интерактив Корпорэйшен»  
ООО «ДЖЕОЛ (РУС)»  
ООО «Компания Хеликон»

Современные решения для исследования природных, синтетических и биологических материалов. Сборник тезисов 1-й междисциплинарной конференции. — Санкт-Петербург, 2014.

ISBN 978-5-904681-12-8

Изготовлено при участии ООО «ИПК «БИОНТ»»

Тираж 30 экземпляров

Портал Научного парка: [researchpark.spbu.ru](http://researchpark.spbu.ru)



Санкт-Петербургский  
государственный университет  
Научный парк

## ***Сборник тезисов***

*1-й междисциплинарной конференции*

***«Современные решения для исследования  
природных, синтетических и биологических  
материалов»***

*Санкт-Петербург, Россия  
20-22 октября 2014*





## Содержание

### Пленарные доклады

*Alexander Tarnovsky*

FOLLOWING IN REAL TIME EXCITED ELECTRONIC STATES:  
FEMTOSECOND PUMP-PROBE SPECTROSCOPY ..... 14

*Gerd Buntkowsky, Torsten Gutmann, Hergen Breitzke*

SOLID STATE NMR AND HETEROGENEOUS CATALYSIS ..... 15

*Y. Xue,<sup>1</sup> I.S. Podkorytov,<sup>1,2</sup> T. Yuwen,<sup>1</sup> S.O. Rabdano,<sup>2</sup> N.R. Skrynnikov<sup>1,2</sup>*

PROBING PROTEIN DISORDER BY NMR EXPERIMENTS AND MD  
SIMULATIONS ..... 16

*Г.В. Безнусенко*

МЕТОДЫ ИММУННОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ МИКРОСКОПИИ. ОСОБЕННОСТИ  
КРИОСРЕЗОВ ..... 17

*Rui Gardner*

FLOW CYTOMETRY: Fundamentals and Applications..... 18

*I.G.Shenderovich*

NMR-SENSORS FOR THE STRUCTURAL AND CHEMICAL STUDIES OF  
SOLIDS AND SURFACES ..... 19

*И.Л. Гринштейн*

НОВИНКИ ОБОРУДОВАНИЯ SHIMADZU ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ  
ПРИРОДНЫХ, СИНТЕТИЧЕСКИХ И БИОЛОГИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ .. 20

*Михайлов М.Д.<sup>1</sup>, Гольева Е.В.<sup>1,3</sup>, Колесников И.Е.<sup>2</sup>, Толстикова Д.В.<sup>1,2</sup>, Соколов  
И.А.<sup>2,3</sup>, Смирнов В.М.<sup>2</sup>*

МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ПРЕКУРСОРОВ ДЛЯ  
ОПТИЧЕСКОЙ КЕРАМИКИ ..... 21

*К.Н. Ельцов*

СОВРЕМЕННЫЕ ПРИМЕНЕНИЯ СВЕРХВЫСОКОВАКУУМНОЙ  
СКАНИРУЮЩЕЙ ЗОНДОВОЙ МИКРОСКОПИИ ..... 22

### Устные доклады

**«Изучение структуры и свойств биомедицинских объектов современными  
инструментальными методами»**

*Н.Д. Соловьев*

ТРАНСПОРТ ХИМИЧЕСКИХ ФОРМ СЕЛЕНА ЧЕРЕЗ  
ГЕМАТОЭНЦЕФАЛИЧЕСКИЙ БАРЬЕР И ИХ РОЛЬ В ПАТОГЕНЕЗЕ  
АМИОТРОФИЧЕСКОГО ЛАТЕРАЛЬНОГО СКЛЕРОЗА ..... 23

<i>Д.В. Наволоцкий, Н.Д. Соловьев, А.А. Иваненко, Н.Б. Иваненко</i> ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЯ МЕТАЛЛ-ЛИГАНДНОГО ГОМЕОСТАЗА У ОНКОЛОГИЧЕСКИХ БОЛЬНЫХ, ПОЛУЧАЮЩИХ ПРЕПАРАТЫ ПЛАТИНЫ .....	25
<i>А.В. Яковлев, О.Ю. Голубева</i> БИОКОНЬЮГАТЫ НАНОЧАСТИЦ И МЕТОДЫ ИХ ИНТЕРКАЛЛЯЦИИ В АЛЮМОСИЛИКАТНЫЕ МАТРИЦЫ .....	26
<i>V.A. Elokhin, A.Yu. Elizarov, T.D. Ershov, V.I. Nikolaev</i> APPLICATION INTERFACE MEMBRANE SEPARATOR MASS- SPECTROMETRIC ANALYSIS OF ANESTHETIC DRUGS IN BIOLOGICAL FLUID .....	27
<i>С.Л. Белопухов, Л.Б. Дмитриев, Н.М. Пржевальский, Р.К. Лайпанов, Е.Н. Рожкова, Г.П. Токмаков, П.Ю. Углинский, Е.Л. Дмитриева, Л.О. Сушкова</i> ИЗУЧЕНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ СИНТЕТИЧЕСКИХ И ПРИРОДНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ.....	28
<i>Н.М. Малыгина, А.Ю. Лянгузов, Т.А. Петрова</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ПЛАЗМЫ ГЕМОЛИМФЫ УЛИТОК <i>ASCHATINA FULICA</i> СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКИМИ ФЛУОРИМЕТРИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ .....	30
<i>Р.Ф. Бакеева, О.Е. Вахитова, Т.С. Гобунова</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МИЦЕЛЛЯРНЫХ СРЕД ДЛЯ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА НОВОКАИНОВОЙ СОЛИ БЕНЗИЛПЕНИЦИЛЛИНА .....	31
<i>А.В. Седанова, Л.Г. Пьянова, В.А. Дроздов</i> ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ХИМИЧЕСКОГО МОДИФИЦИРОВАНИЯ НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА УГЛЕРОДНЫХ СОРБЕНТОВ МЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ .....	32
<i>Н.М. Никитина</i> ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ МЕТОДИК НА ОБНАРУЖЕНИЕ НОВЫХ НАРКОТИЧЕСКИХ И ПСИХОТРОПНЫХ ВЕЩЕСТВ В БИОЛОГИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЯХ МЕТОДАМИ ГХ-МС. ....	33
<i>С.Н. Нарыжный<sup>1,2*</sup>, Н.Л. Ронжина<sup>1</sup>, М.А. Майнскова<sup>2</sup>, К.В. Волков<sup>3</sup>, С.Е. Новикова<sup>2</sup>, В.Г. Згода<sup>2</sup>, Н.В. Белякова<sup>1</sup>, О.А. Клейст<sup>1</sup>, О.К. Легина<sup>1</sup>, Р.А. Пантина<sup>1</sup>, М.В. Филатов<sup>1</sup></i> ПОЛУЧЕНИЕ И АНАЛИЗ БЕЛКОВОГО ПРОФИЛЯ КЛЕТОК ГЛИОБЛАСТОМЫ .....	35
<i>И.В. Роговая***, С.В. Моржухина*, Б.К. Зув***</i> ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ОКСИТЕРМОГРАФИИ ДЛЯ КОЛИЧЕСТВЕННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФРАКЦИОННОГО СОСТАВА ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ПРИРОДНЫХ ВОД .....	36



<i>Л.А. Лутова, М.В. Падкина</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЖИВЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ВАКЦИН И ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ .....	37
<i>М.В. Падкина</i> РЕКОМБИНАНТНЫЕ ИНТЕРФЕРОНЫ ПРОЛОНГИРОВАННОГО ДЕЙСТВИЯ: СОЗДАНИЕ, ОЧИСТКА, СВОЙСТВА .....	38
<i>А.С. Глотов</i> ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛНОГЕНОМНОГО СЕКВЕНИРОВАНИЯ В ДИАГНОСТИКЕ МОНОГЕННЫХ И МУЛЬТИФАКТОРНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ .....	39
<i>А.А. Рубель, Д.В. Качкин, Ю.О. Чернов, А.П. Галкин</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ ФЛУОРЕСЦЕНТНОЙ МИКРОСКОПИИ, ДЛЯ АНАЛИЗА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ АМИЛОИДОВ МЛЕКОПИТАЮЩИХ В ДРОЖЖЕВОЙ МОДЕЛИ.....	40
<i>А.А. Нижников, Т.А. Рыжова, С.Г. Инге-Вечтомов, А.П. Галкин</i> ТЕХНОЛОГИЯ ПРОТЕОМНОГО СКРИНИНГА БЕЛКОВ, ФОРМИРУЮЩИХ АМИЛОИДЫ, И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ.....	41
<i>Ю.И. Хорольская<sup>1</sup>, О.И. Александрова<sup>2</sup></i> ОЦЕНКА ЦИТОТОКСИЧНОСТИ АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫХ ПРЕПАРАТОВ ФТОРХИНОЛОНОВОГО РЯДА НА КЛЕТОЧНЫХ КУЛЬТУРАХ .....	42
<i>Г.Б. Белостоцкая</i> ВЫЯВЛЕНИЕ НОВОГО СПОСОБА САМООБНОВЛЕНИЯ И РЕГЕНЕРАЦИИ МИОКАРДА МЛЕКОПИТАЮЩИХ В IN VITRO ЭКСПЕРИМЕНТАХ.....	43
<i>О.А. Павлова, Д.И. Богомаз, Т.В. Матвеева, Л.А. Лутова.</i> МОЛЕКУЛЯРНЫЕ ПОДХОДЫ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ЯВЛЕНИЯ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ПЕРЕНОСА ГЕНОВ У РАСТЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ <i>LINARIA DALMATICA</i> . .....	44
<i>Д.С. Васильев</i> ПРЕНАТАЛЬНАЯ ГИПОКСИЯ ПОДАВЛЯЕТ ПРОЛИФЕРАЦИЮ И НАРУШАЕТ МИГРАЦИЮ КЛЕТОК В РАЗЛИЧНЫХ ОТДЕЛАХ КОНЕЧНОГО МОЗГА КРЫС .....	46
<i>П.А. Зыкин</i> МЕТОД МАЛДИ ВИЗУАЛИЗАЦИИ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБРАЗЦОВ — «МОЛЕКУЛЯРНАЯ ГИСТОЛОГИЯ» .....	47
<i>Р.Е. Chetverikov<sup>1</sup>, С. Craemer<sup>2</sup></i> APPLICATION OF CONFOCAL LASER SCANNING MICROSCOPY (CLSM) FOR THE STUDY OF SLIDEMOUNTED MICROARTHROPODS AND AMBER INCLUSIONS .....	48

<i>C. Craemer<sup>1</sup>, P.E. Chetverikov<sup>2</sup></i>	
LOW TEMPERATURE SCANNING ELECTRON MICROSCOPY (LTSEM) USED TO CAPTURE NEW STRUCTURES AND IMPROVE MORPHOLOGICAL DESCRIPTION OF ERIOPHYOID MITES (ACARI: ERIOPHYOIDEA).....	49
<b>«Новые инструментальные методы в материаловедении, исследование наноструктур»</b>	
<i>М.В.Балабас, Е.А.Ефремова, А.Ю.Иванов, И.Р.Крылов*, Е.Б.Пелюхова, Ю.В.Петров, О.Ю.Третьяк, А.А.Шимко</i>	
ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МЕТАМАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ ДВУМЕРНОГО ПЕРИОДИЧЕСКОГО МАССИВА ЗОЛОТЫХ V-ОБРАЗНЫХ НАНОАНТЕНН. ....	50
<i>А.А. Егоров</i>	
ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРЕХОДОВ НА ОСНОВЕ МЕТАЛЛОУГЛЕРОДНОГО МАТЕРИАЛА И МОНОКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО КРЕМНИЯ.....	52
<i>Kupriyanova G.<sup>1</sup>, Rodionova V.<sup>1,2</sup>, Chechenin N.<sup>3</sup>, Dzhun I.<sup>3</sup>, Ay F.<sup>4</sup>, Rameev B.<sup>4,5</sup></i>	
TEMPERATURE DEPENDENCE OF MAGNETIC PROPERTIES OF NiFe/Cu/NiFe/IrMn AND NiFe/IrMn THIN FILMS STRUCTURE.....	54
<i>С.Л. Коваленко, Б.В. Андрюшечкин, Т.В. Павлова, К.Н. Ельцов</i>	
СТМ-ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ РОСТА МОНОСЛОЯ ГРАФЕНА И ИНТЕРКАЛЯЦИИ ЗОЛОТОМ НА ПОВЕРХНОСТИ Ni(111).....	56
<i>Б.К. Зуев, М.Ю. Воробьёва, И.В. Роговая, С.В. Моржухина</i>	
ОКСИТЕРМОГРАФИЯ ИЗУЧЕНИЯ ПОРИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ.....	57
<i>И.С. Меренков, Ю.М. Румянцев, М.Л. Косинова</i>	
БОРНИТРИДНЫЕ НАНОСТЕНКИ: PECVD СИНТЕЗ И СВОЙСТВА .....	58
<i>С.Н. Елисеева, А.О. Нижегородова, Р.В. Апраксин, Е.Г. Толстопятова, В.В. Кондратьев</i>	
ИССЛЕДОВАНИЕ НОВЫХ МЕТОДОВ СИНТЕЗА И ЭНЕРГОЗАПАСАЮЩИХ СВОЙСТВ ГИБРИДНЫХ МАТЕРИАЛОВ PEDOT/MnO <sub>2</sub> .....	59
<i>О. Yu. Tretiak<sup>1*</sup>, P. K. Olshi<sup>2</sup>, M.V. Balabas<sup>1</sup></i>	
INVESTIGATION OF ALKANE- ALKENE- AND NONADECILBENZEN-BASED ANTI-RELAXATION COATING BY RAMAN SPECTROSCOPY METHOD .....	60
<i>А.В. Поволоцкий, Н.Л. Тоногина, Л.Л. Родина</i>	
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ РЕЛАКСАЦИИ ФОТО-ВОЗБУЖДЕННЫХ СОСТОЯНИЙ 4-ДИАЗО-2,2-ДИМЕТИЛ-5,5-ДИФЕНИЛТЕТРАГИДРОФУРАН-3-ОНА .....	63

<i>E. Samsonova</i> <sup>1,*</sup> , <i>A.V. Popov</i> <sup>1,2</sup> , <i>A.S. Vanetsev</i> <sup>1</sup> , <i>K. Keevend</i> <sup>1</sup> , <i>I. Sildos</i> <sup>1</sup> , <i>A.V. Ryabova</i> <sup>2,3</sup> , <i>V.B. Loschenov</i> <sup>2,3</sup> , <i>Yu.V. Orlovskii</i> <sup>1,2</sup>	
ENERGY TRANSFER PROBING FOR THE VERIFICATION OF THE SPATIAL POSITIONS OF –OH QUENCHERS IN THE Nd <sup>3+</sup> : KYF <sub>4</sub> NANOPARTICLES ....	64
<i>А.Ю. Иванов, В.В. Соколов</i>	
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЕЛЕКТИВНЫХ ОДНОМЕРНЫХ И ГИБРИДНЫХ ДВУМЕРНЫХ МЕТОДОВ СПЕКТРОСКОПИИ ЯМР ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОНФИГУРАЦИИ НЕКОТОРЫХ ТРИЦИКЛИЧЕСКИХ КОНДЕНСИРОВАННЫХ ПРОИЗВОДНЫХ ТИАЗОЛИДИНА С УЗЛОВЫМ АТОМОМ АЗОТА.....	65
<i>A.S. Kritchenkov</i>	
NUCLEOPHILIC OXYGENATION OF PALLADIUM-BOUND ISOCYANIDE LIGANDS AS A ROUTE TO THE NEW HIGHLY EFFICIENT CATALYSTS FOR SONOGASHIRA REACTION.....	66
<b>Стендовые доклады</b>	
<b>«Изучение структуры и свойств биомедицинских объектов современными инструментальными методами»</b>	
<i>Ю.А. Калинина, Н.Н. Павличенко, Е.В. Канов, Д.Г. Польшцев</i>	
ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ФУНКЦИИ МАКСИМАЛЬНОЙ ПРОЕКЦИИ ПРИ ПОДСЧЕТЕ КОЛИЧЕСТВА ЖИЗНЕСПОСОБНЫХ НЕЙРОНОВ В ГОЛОВНОМ МОЗГЕ .....	67
<i>Т.А. Ходюченко, Т.В. Куликова, А.В. Красикова</i>	
ПРИМЕНЕНИЕ НИЗКОВОЛЬТНОЙ СКАНИРУЮЩЕЙ ЭЛЕКТРОННОЙ МИКРОСКОПИИ ДЛЯ АНАЛИЗА ПОВЕРХНОСТИ ВНУТРИЯДЕРНЫХ ТЕЛЕЦ ООЦИТОВ ПТИЦ И АМФИБИЙ.....	69
<i>И.А. Меркушева</i> <sup>1,2</sup> , <i>В.А. Утсаль</i> <sup>1</sup> , <i>Н.В. Луговкина</i> <sup>1,2</sup> , <i>И.А. Котряхов</i> <sup>2</sup> , <i>И.К. Журкович</i> <sup>1</sup> , <i>Б.Л. Мильман</i> <sup>2</sup>	
СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЛИПИДОВ ПЛАЗМЫ КРОВИ РАЗЛИЧНЫМИ МЕТОДАМИ МАСС-СПЕКТРОМЕТРИИ .....	71
<i>Е.В. Успенская, Т.В. Плетенева, А.В. Сыроешкин, О.Ю. Зрелов</i>	
КИНЕТИКА РАСТВОРЕНИЯ ЭНАНТИОМЕРОВ ВАЛИНА В ВОДЕ РАЗНОГО ИЗОТОПНОГО СОСТАВА МЕТОДОМ ЛАЗЕРНОЙ ДИФРАКЦИИ .....	72
<i>Е.Б. Люлина, О.В. Титорович, Т.В. Плетенева, Т.Е. Елизарова</i>	
ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ КОМПОНЕНТОВ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ .....	73
<i>О.В. Титорович, Е. Б. Люлина, М.Н. Давыдова, Е.А. Берсенева, Т.В. Плетенева</i>	
ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИХ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ СУБСТАНЦИЙ.....	74

<i>О.Е. Вахитова, Р.Ф. Бакеева</i> БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ МИЦЕЛЛЯРНЫХ РАСТВОРОВ 5,7-ДИХЛОР-4,6-ДИНИТРОБЕНЗОФУРОКСАНА .....	75
<i>Т.С. Горбунова, Р.Ф. Бакеева</i> ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА РАЗРАБОТКИ МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НОВОКАИНОВОЙ СОЛИ БЕНЗИЛПЕНИЦИЛИНА В МИЦЕЛЛЯРНЫХ СИСТЕМАХ.....	76
<i>Колесниченко П.В., Пулькин С.А., Савельева С.В., Уварова С.В., Борисов Е.Н., Калиничев А.А., Стрельников И.Н.</i> МЕТОДЫ КАРС И КОМБ-СПЕКТРОСКОПИИ В ИССЛЕДОВАНИЯХ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ.....	77
<i>Н.М. Никитина, С.А. Савчук</i> ДВОЙНАЯ ЭКСТРАКЦИЯ ВОЛОС КАК СПОСОБ ПРОБОПОДГОТОВКИ БИОМАТЕРИАЛА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ НА СОДЕРЖАНИЕ НАРКОТИЧЕСКИХ, ПСИХОТРОПНЫХ ВЕЩЕСТВ И ЛЕКАРСТВЕННЫХ СРЕДСТВ МЕТОДОМ ГХ-МС.....	78
<i>М. Данилова<sup>1</sup>, А. Машарский<sup>1</sup>, А. Пантелеев<sup>2</sup>, А. Дружкова<sup>3</sup>, В. Трифонов<sup>3</sup>, С. Галкина<sup>1</sup></i> СЕКВЕНИРОВАНИЕ D-ПЕТЛИ ИСКОПАЕМОЙ МИТОХОНДРИАЛЬНОЙ ДНК ДЛЯ РЕКОНСТРУКЦИИ РАССЕЛЕНИЯ ДОМАШНИХ КУР ПО ТЕРРИТОРИИ РОССИИ .....	80
<i>Е.Р. Гагинская<sup>1</sup>, С.А. Галкина<sup>2</sup>, Д.И. Богомаз<sup>3</sup>, А.Ф. Сайфитдинова<sup>2</sup></i> 6-КАРБОКСИФЛУОРЕСЦЕИН (6-FAM) В ПРИЛОЖЕНИИ К ЦИТОГЕНЕТИЧЕСКИМ ИССЛЕДОВАНИЯМ .....	82
<i>Л.Х. Камалетдинова<sup>1</sup>, М.Р. Шарипова<sup>1</sup>, Л.М. Богомольная<sup>2</sup></i> КЛОНИРОВАНИЕ ГЕНА ЭФФЛЮКС СИСТЕМЫ <i>SERRATIA MARCESCENS</i> 83	
<i>С.Ю. Гармонов<sup>1</sup>, Л. Нугбиеньо<sup>1</sup>, Т.А. Киселева<sup>2</sup></i> БИОФАРМАЦЕВТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ В ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННОЙ МЕДИЦИНЕ .....	84
<i>М.Р. Мцариашвили, С.Ю. Гармонов, Л.М. Юсупова</i> СТАНДАРТИЗАЦИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ СМЕСЕЙ НА ОСНОВЕ ЗАМЕЩЕННЫХ ДИНИТРОБЕНЗОФУРОКСАНА.....	85
<i>М.Г. Воробьев, Н.А. Костин</i> НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ДЛЯ БИОМЕДИЦИНСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ УНИВЕРСИТЕТЕ.....	86
<i>С.В. Савельева, С.А. Пулькин, А.А. Калиничев, В.А. Арнаутков, С.В. Уварова, Е.Н. Борисов, А.И. Канцеров</i> СПЕКТР АММИАКА КАК БИОМАРКЕРА В КОМБ-СПЕКТРОСКОПИИ(1.5 МКМ.).....	87

<i>Сокорнова С.В.<sup>1,2</sup>, Матвеева Т.В.<sup>2</sup></i> СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ИССЛЕДОВАНИЮ ОТНОШЕНИЙ ПАРАЗИТ-ХОЗЯИН В СИСТЕМЕ «ПРИРОДНОТРАНСГЕННОЕ РАСТЕНИЕ/МИКРОМИЦЕТ» .....	88
<i>В.В. Казбанов, М.С. Баталов, А.А. Вишневский</i> ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ АЛМАЗОПОДОБНЫХ ПОКРЫТИЙ В ТРАВМАТОЛОГИИ И ОРТОПЕДИИ .....	90
<i>Е.В. Беликова<sup>1</sup>, В.В. Старунов<sup>2</sup></i> УЛЬТРАСТРУКТУРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПИГИДИЯ ПОЛИХЕТ НА ПРИМЕРЕ <i>PLATYNEREIS DUMERILII</i> .....	91
<sup>1</sup> <i>Т.А. Гуринович</i> , <sup>2</sup> <i>А.Г. Солдатов</i> , <sup>3</sup> <i>В.В. Казбанов</i> , <sup>3</sup> <i>М.С. Баталов</i> , <sup>3</sup> <i>А.А. Вишневский</i> , <sup>1</sup> <i>С.Г. Пашкевич</i> , <sup>1</sup> <i>В.А. Кульчицкий</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ПОТЕНЦИРУЮЩИХ ПРОТИВООПУХОЛЕВЫХ СВОЙСТВ ФУЛЛЕРЕНОВ .....	93
<i>И.А. Владимиров<sup>1</sup>, Т.В. Матвеева<sup>1</sup>, Л.А. Лутова</i> ИЗУЧЕНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПАТОГЕННЫХ ШТАММОВ АГРОБАКТЕРИЙ НА ТЕРРИТОРИИ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РФ .....	94
<i>Т.С. Глинин, В.А. Шубина, Л.С. Онопа, Н.С. Лебедева, А.А. Бондаренко, П.А. Матейкович, П.А. Старшова, Е.В. Даев</i> КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ УЧЕТА ГЕНОМНОЙ НЕСТАБИЛЬНОСТИ У ДОМОВОЙ МЫШИ. ....	96
<i>Я.Г. Борисов</i> ДИНАМИКА КЛЕТОЧНОГО ЦИКЛА МЕЗЕНХИМНЫХ И ЭМБРИОНАЛЬНЫХ СТВОЛОВЫХ КЛЕТОК ЧЕЛОВЕКА ПОД ВЛИЯНИЕМ АКТИВНЫХ ФОРМ КИСЛОРОДА .....	98
<i>Н.В. Алексеева</i> ОСОБЕННОСТИ НЕЙРОГЕНЕЗА <i>NYMPHON BREVIROSTRE</i> (CHELICERATA, PUSNOGONIDA) .....	99
<i>М.Е. Кибарина, Ю.В. Сопова, С.П. Задорский</i> ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВОЙ КАПЕЛЬНОЙ ПЦР ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ АНЕУПЛОИДИИ У ДРОЖЖЕЙ <i>SACCHAROMYCES CEREVISIAE</i> . ....	100
<i>Е.В. Тютерева., А.Н. Иванова, О.В. Войцеховская</i> ИЗУЧЕНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ТИЛАКОИДНЫХ МЕМБРАН У ДВУХ ФЕНОТИПОВ МУТАНТА ЯЧМЕНЯ <i>CHLORINA 3613</i> С ПОМОЩЬЮ ПРОСВЕЧИВАЮЩЕЙ ЭЛЕКТРОННОЙ МИКРОСКОПИИ .....	101
<i>Г.С.Куприянова, А.В. Богайчук, С.А.Ружьева</i> ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ЯДЕРНОГО МАГНИТНОГО РЕЗОНАНСА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ ТКАНЕЙ .....	102

<i>О.А. Гаврилова, Д.А. Брицкий</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ОБОЛОЧКИ ПЫЛЬЦЕВЫХ ЗЕРЕН С ПОМОЩЬЮ КОНФОКАЛЬНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНИРУЮЩЕГО МИКРОСКОПА (КЛСМ).....	104
<i>А.Н. Иванова, Н.А. Костин, Я.Г. Борисов, М.Г. Воробьев</i> ИЗУЧЕНИЕ СЕКРЕТОРНЫХ СТРУКТУР РАСТЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДОВ МИКРОСКОПИИ .....	105
<i>М.В. Белоусов, С.А. Бондарев, Г.А. Журавлева</i> ОПТИМИЗАЦИЯ УСЛОВИЙ РАЗРУШЕНИЯ АМИЛОИДНЫХ ФИБРИЛЛ Sup35NMr УЛЬТРАЗВУКОМ .....	106
<i>А.А. Козлова<sup>1</sup>, Н.А. Сидорова<sup>2</sup>, Л.А. Ткаченко<sup>1</sup></i> ИММУНОГИСТОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НЕЙРОНОВ СЛОЯ I КОРЫ МОЗГА ЧЕЛОВЕКА В ПРЕНАТАЛЬНОМ ОНТОГЕНЕЗЕ .....	107
<i>Е.А. Кондакова, В.И. Ефремов</i> ИССЛЕДОВАНИЕ УЛЬТРАСТРУКТУРЫ ЖЕЛТОЧНОГО СИНЦИТИАЛЬНОГО СЛОЯ ЛИЧИНОК DANIO RERIO (TELEOSTEI) .....	108
<i>А.Н. Лыхолой, Е.А. Андреева*, А.В. Войлоков*</i> ВНУТРИГЕННЫЙ МАРКЕР ДЛЯ КАРТИРОВАНИЯ МУТАЦИЙ ОТСУТСТВИЯ АНТОЦИАНА У РЖИ .....	109
<i>Т.В. Матвеева, И.А.Владимиров, Л.А.Лутова</i> МОЛЕКУЛЯРНЫЕ МЕТОДЫ МОНИТОРИНГА АГРОЦЕНОЗОВ НА РАСПРОСТРАНЕНИЕ АГРОБАКТЕРИЙ И ТРАНСГЕННЫХ РАСТЕНИЙ..	110
<i>А.Г. Матвеевко, Г.А. Журавлёва</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ ФЛУОРЕСЦЕНТНОЙ МИКРОСКОПИИ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ПОДДЕРЖАНИЕ ПРИОНОВ ДРОЖЖЕЙ.....	111
<i>П.Б. Дроздова, Д.Е. Полев, Э.А. Радченко, О.В. Тарасов</i> СЕКВЕНИРОВАНИЕ И СБОРКА ГЕНОМОВ ШТАММОВ <i>SACCHAROMYCES</i> <i>CEREVISIAE</i> ПЕТЕРГОФСКОЙ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ КОЛЛЕКЦИИ И АННОТАЦИЯ ОДНОНУКЛЕОТИДНЫХ ЗАМЕН У ЭТИХ ШТАММОВ .....	112
<i>М.А. Сидорова, А.В. Красикова, А.В. Маслова</i> КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАДИАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ХРОМОСОМНЫХ РАЙОНОВ В ЯДРАХ КЛЕТОК С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММ ДЛЯ АНАЛИЗА КОНФОКАЛЬНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ .....	113
<i>Г. Б. Толсторожесв<sup>1</sup>, М. В. Бельков<sup>1</sup>, И. В. Скорняков<sup>1</sup>, В. И. Пехньо<sup>2</sup>, А. Н. Козачкова<sup>2</sup>, И. П. Куценко<sup>2</sup>, Н. И. Царик<sup>2</sup>, Н. И. Шарыкина<sup>3</sup></i> ИК СПЕКТРОСКОПИЯ В ДИАГНОСТИКЕ И ХИМИОТЕРАПИИ РАКА КОМПЛЕКСАМИ ПАЛЛАДИЯ.....	114

<i>Г. Б. Толсторожес<sup>1</sup>, М. В. Бельков<sup>1</sup>, И. В. Скорняков<sup>1</sup>, О. И. Шадыро<sup>2</sup>, Г. А. Ксендзова<sup>2</sup>, В. Л. Сорокин<sup>2</sup></i>	
ИК СПЕКТРОСКОПИЯ В ВЫЯВЛЕНИИ ФАРМАКОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГИДРОКСИЛСОДЕРЖАЩИХ ФЕНИЛАЗОМЕТИНОВ	115
.....	
<i>П.А.Матейкович</i>	
МЕТОДИКИ ПРИЖИЗНЕННОГО АНАЛИЗА ЗОН АКТИВАЦИИ ГОЛОВНОГО МОЗГА В ОТВЕТ НА ПРЕДОСТАВЛЕНИЕ ФЕРОМОНАЛЬНЫХ СТИМУЛОВ	116
.....	
<b>«Новые инструментальные методы в материаловедении, исследование наноструктур»</b>	
<i>М.А. Вовк, С.А. Пылаева, М. Сигалов, А. Филаровский, П.М. Толстой*</i>	
ПРИМЕРЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДИНАМИЧЕСКОГО ЯМР ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОНСТАНТ ЗАТОРМОЖЕННОГО ВРАЩЕНИЯ ВОКРУГ СВЯЗЕЙ СС И СN	117
.....	
<i>И.Е. Колесников, Д.В. Толстикова, С.А. Пулькин, А.А. Маньшина, М.Д. Михайлов</i>	
СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ПОРОШКОВ $YVO_4: Nd^{3+}$	118
.....	
<i>Мерещенко А.С., Ольшин П.К., Скрипкин М.Ю., Тверьянович Ю.С.</i>	
ФОТОХИМИЯ ХЛОРИДНЫХ КОМПЛЕКСОВ МЕДИ(II) В АЦЕТОНИТРИЛЕ	119
.....	
<i>М.А. Вовк, А.С. Конева, Е.А. Сафонова</i>	
ВОЗМОЖНОСТИ ПО ИЗМЕРЕНИЮ ДИФФУЗИИ В РЦ МРМИ НА ПРИМЕРЕ МИКРОЭМУЛЬСИЙ	120
.....	
<i>Е.В. Кукушкина, М.Г. Шеляпина</i>	
СРАВНЕНИЕ И АНАЛИЗ СПЕКТРОВ ЯМР НА ЯДРАХ $^{51}V$ В СПЛАВАХ $Fe_{100-x}V_x$ И $YFe_{12-x}V_x$	121
.....	
<i>Е.В. Борисов, В.Ф. Агекян, А.Ю. Серов</i>	
ЗАВИСИМОСТЬ ОПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СЛОЕВ КРИСТАЛЛА GaN ОТ УРОВНЯ ЛЕГИРОВАНИЯ КРЕМНИЕМ	122
.....	
<i>А.С. Перепелица, О.В. Овчинников, М.С. Смирнов, Т. С. Шатских</i>	
СТРУКТУРНЫЕ СВОЙСТВА АНСАМБЛЕЙ КОЛЛОИДНЫХ КВАНТОВЫХ ТОЧЕК $Ag_2S$ В ЖЕЛАТИНЕ	123
.....	
<i>С. В. Фокина, Ю.С. Тверьянович, Е.Н. Борисов.</i>	
ИССЛЕДОВАНИЕ НАНОСЛОИСТЫХ ПЛЕНОК СОСТАВА $GeSe_2-As_2Se_3-AgI$	124
.....	

<i>С.Н. Смирнов, А.Ю. Иванов, Е.В. Грачева, И.О. Кошевой</i> ИЗУЧЕНИЕ АГРЕГАЦИИ КОМПЛЕКСОВ ПЛАТИНЫ В РАСТВОРЕ МЕТОДОМ СПЕКТРОСКОПИИ ЯМР .....	125
<i>Е.А. Столярова<sup>1</sup>, О.В. Климов<sup>2</sup></i> ВЛИЯНИЕ МОРФОЛОГИИ СВЯЗУЮЩЕГО НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ АКТИВНОГО КОМПОНЕНТА В КАТАЛИЗАТОРАХ ГИДРООЧИСТКИ, ПРИГОТОВЛЕННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АЛЮМОСИЛИКАТОВ .....	126
<i>А.О. Нижегородова, С.Н. Елисеева, В.В. Кондратьев</i> ГИБКИЕ ЭЛЕКТРОДЫ НА ОСНОВЕ PEDOT:PSS/MnO <sub>2</sub> ДЛЯ СУПЕРКОНДЕНСАТОРОВ .....	127
<i>А. Калинин, С.А. Пулькин, В. Арнаут, С.В. Уварова, С. Савельева</i> КОМПЕНСАЦИЯ ДОППЛЕРОВСКОГО УШИРЕНИЯ ВО ВСТРЕЧНЫХ КОМБ-ПОЛЯХ .....	128
<i>Н.С. Тянь, В.А. Ростовцева, А.Ю. Пулялина</i> ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПЕРВАПАРАЦИОННЫХ МЕМБРАН .....	129
<i>Е.В. Жижин, Д.А. Пудиков, А.Г. Рыбкин, А.М. Шикин</i> СИНТЕЗ ГРАФЕНА МЕТОДОМ ДИФФУЗИИ АТОМОВ УГЛЕРОДА ЧЕРЕЗ ПЛЕНКУ НИКЕЛЯ .....	130
<i>К.А. Бокай, Д.Ю. Усачёв</i> СИНТЕЗ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТРУКТУРЫ ГРАФЕНА, ЛЕГИРОВАННОГО БОРОМ .....	131
<i>А.А. Васильева, П.К. Ольшин</i> ФЕМТОСЕКУНДНАЯ ЛАЗЕРНАЯ МОДИФИКАЦИЯ СТЕКЛООБРАЗУЮЩИХ СИСТЕМ Ag <sub>2</sub> O-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> С ОБРАЗОВАНИЕМ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА .....	132
<i>Ю.М. Жуков<sup>1</sup>, М.Г. Шеляпина<sup>1</sup>, V. Petranovskii<sup>2</sup></i> КОМПЛЕКСНОЕ ИЗУЧЕНИЕ МЕДЬСОДЕРЖАЩИХ МОРДЕНИТОВ: ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАРЯДОВОГО СОСТОЯНИЯ ИОНОВ МЕДИ И ИХ ЛОКАЛИЗАЦИИ В ПОРАХ ЦЕОЛИТОВ .....	133
<i>В.О. Шевелев, А.Г. Рыбкин, Е.В. Жижин, А.М. Шикин</i> СИНТЕЗ ГРАФЕНА ПРИ ДЕКАРБИДИЗАЦИИ ГАДОЛИНИЯ .....	134
<i>О.Е. Терещенко, В.А. Голяшов, К.А. Кох, О.А. Шегай</i> СТРУКТУРА И ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СОЕДИНЕНИЙ (0001) BiTeX (X=I, Cl) С ГИГАНТСКИМ СПИНОВЫМ РАСЩЕПЛЕНИЕМ ЭЛЕКТРОННЫХ СОСТОЯНИЙ .....	135
<i>В. Ю. Ворошнин, И.И. Климовских, М.В. Русинова, А.Г. Рыбкин, А.М. Шикин</i> МОДИФИКАЦИЯ ДИРАКОВСКОГО КОНУСА В ГРАФЕНЕ НА SiC ПРИ ИНТЕРКАЛЯЦИИ Pt .....	136



<i>Ю.К. Леонова, А.А. Маньшина</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРЯМОГО ЛАЗЕРНОГО СИНТЕЗА НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА ИЗ РАСТВОРОВ КОМПЛЕКСОВ СОЛЕЙ СЕРЕБРА И ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ ПОЛУЧЕННЫХ НАНОЧАСТИЦ .....	137
<i>И.И. Рыжов</i> СИГНАЛЫ И ШУМЫ В СОВРЕМЕННОЙ ОПТИКЕ.....	138
<i>Н.О. Саблина, В.Ю. Смутин, С.Н. Бритвин, С.Н. Смирнов, В.А. Гиндин, И.С. Игнатьев</i> ИЗУЧЕНИЕ МОЛЕКУЛЯРНЫЙ ДИЗАЙН АЛЛОСТЕРИЧЕСКИХ МОДУЛЯТОРОВ mGluR <sub>5</sub> НА ОСНОВЕ ПРОИЗВОДНЫХ 1,2,4- ТРИАЗИН-5- ОНОВ.....	139
<i>К.В. Никитин, А.В. Емелин</i> ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ ФОТОИНДУЦИРОВАННОЙ СУПЕРГИДРОФИЛЬНОСТИ ПОВЕРХНОСТИ ОКСИДОВ МЕТАЛЛОВ .....	140
<i>N. Klimova<sup>1</sup>, A. Gaidenko<sup>2</sup>, A. Goikhman<sup>1</sup>, I. Lyatun<sup>1</sup>, D. Nikitina<sup>2</sup>, S. Savelyev<sup>1,2</sup>.</i> ANALYSIS OF HEAVY METALS IN BERYLLIUM OF HIGH PURITY BY X- RAY FLUORESCENCE METHOD.....	141
<i>Т.С. Сыч, А.И. Кононов, И.Л. Волков</i> ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФОТОФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ КЛАСТЕРОВ СЕРЕБРА НА ЦИТОЗИН-СОДЕРЖАЩЕМ ОЛИГОНУКЛЕОТИДЕ .....	142
<i>Д.В. Панькин, М.Б.Смирнов</i> ВЛИЯНИЕ МЕХАНИЧЕСКОГО НАПРЯЖЕНИЯ НА ЧАСТОТЫ ПОЛЯРНЫХ ОПТИЧЕСКИХ ФОНОНОВ В КОРОТКОПЕРИОДНЫХ СВЕРХРЕШЕТКАХ GaN/AlN.....	143
<i>М.Г. Пышняк, А.В. Поволоцкий, И.В. Шайтор, А.С. Мерещенко, Ю.С. Тверьянович, О.В. Левин, А.Ф. Хлебников, А.С. Конев</i> ДИНАМИКА ВОЗБУЖДЕННЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ СОСТОЯНИЙ ЗАМЕЩЕННЫХ ТЕТРАФЕНИЛПОРФИРИНОВ И ИХ АДДУКТОВ С ФУЛЛЕРЕНОМ .....	144
<i>А.В. Бахтиаров, С.К. Савельев</i> ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ РЕШЕНИЯ УЧЕБНЫХ ЗАДАЧ ПО КУРСУ РЕНТГЕНОФЛУОРЕСЦЕНТНОГО АНАЛИЗА.....	145
<i>И.А.Назаров, П.К. Ольшин*, А.А. Маньшина*</i> СОЗДАНИЕ ВОЛНОВОДОВ В ФОСФАТНЫХ СТЕКЛАХ С ПОМОЩЬЮ ФЕМТОСЕКУНДНОГО ЛАЗЕРА .....	146

## ***Пленарные доклады***

**Alexander Tarnovsky**

*Associate Professor*

*Department of Chemistry and the Center for Photochemical Sciences*

*Bowling Green State University*

[atarnov@bgsu.edu](mailto:atarnov@bgsu.edu)

### **FOLLOWING IN REAL TIME EXCITED ELECTRONIC STATES: FEMTOSECOND PUMP-PROBE SPECTROSCOPY**

Intense laser pulses with femtosecond duration enabled investigations of photophysical and photochemical reactions of molecular systems in real time. We will provide a basic description of femtosecond pump-probe spectroscopy, the laser and wavelength converters, the pump-probe setup, and the collection of pump-probe data. We will review applications of ultrafast pump-probe spectroscopy to systems with increasing degree of complexity.

Recent developments of the technique will be presented.

**Gerd Buntkowsky, Torsten Gutmann, Hergen Breitzke**

*Institute of Physical Chemistry, Technical University Darmstadt,*

*Alarich-Weiss-Str.8, D-64287 Darmstadt, Germany*

[gerd.buntkowsky@chemie.tu-darmstadt.de](mailto:gerd.buntkowsky@chemie.tu-darmstadt.de)

## **SOLID STATE NMR AND HETEROGENEOUS CATALYSIS**

In recent years, solid-state NMR spectroscopy has evolved into an important characterization tool for the study of solid catalysts and chemical processes on their surface. This interest is mainly triggered by the need of environmentally benign organic transformations. The result of this need is a large number of new catalytically active hybrid materials, which are organized on the meso- and nanoscale. Typical examples of these catalysts are supported homogeneous transition metal catalysts, transition metal nanoparticles (MNPs) or polymer based supported core shell structures. Solid-state NMR spectroscopy is able to characterize both the structures of these materials and the chemical processes on the catalytic surface. The main part of the contribution presents examples of the solid-state NMR spectroscopy characterization of Rhodium and Ruthenium containing catalysts. [1-5] Finally, first results of DNP enhanced solid state NMR spectroscopy of these systems are presented.

### **References**

- [1] T. Gutmann, T. Ratajczyk, S. Dillenberger, Y. P. Xu, A. Gruenberg, H. Breitzke, U. Bommerich, T. Trantzschel, J. Bernarding and G. Buntkowsky, *Solid State Nucl Mag*, 2011, **40**, 88-90.
- [2] A. Gruenberg, T. Gutmann, N. Rothermel, Y. Xu, H. Breitzke and G. Buntkowsky, *Z. Phys. Chem.*, 2013, **227**, 901-915.
- [3] T. Gutmann, I. d. Rosal, B. Chaudret, R. Poteau, H.-H. Limbach and G. Buntkowsky, *Chem. Phys. Chem*, 2013, **14**, 3026-3033.
- [4] E. Rafter, T. Gutmann, F. Löw, G. Buntkowsky, K. Philippot, B. Chaudret and P. W. N. M. van Leeuwen, *Catalysis Science & Technology*, 2013, **3**, 595-599.
- [5] S. Abdulhussain, H. Breitzke, T. Ratajczyk, A. Grünberg, M. Srour, D. Arnaut, H. Weidler, U. Kunz, H. J. Kleebe and U. Bommerich, J. Bernarding, T. Gutmann, G. Buntkowsky, *Chem-Eur J*, 2014, **20**, 1159-1166.

УДК 577

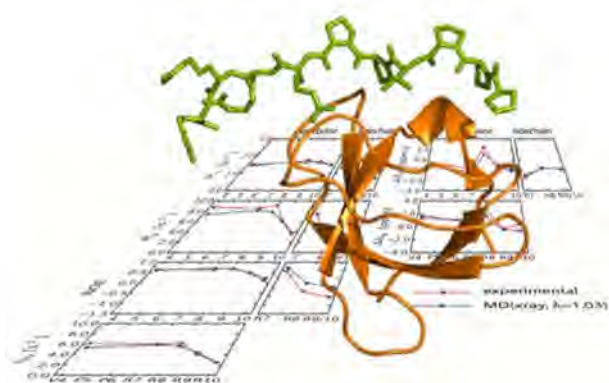
Y. Xue,<sup>1</sup> I.S. Podkorytov,<sup>1,2</sup> T. Yuwen,<sup>1</sup> S.O. Rabdano,<sup>2</sup> N.R. Skrynnikov<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Department of Chemistry, Purdue University, West Lafayette IN 47907, USA

<sup>2</sup>Laboratory of Biomolecular NMR, St. Petersburg State University, St. Petersburg 199034, Russia

[nikolai@purdue.edu](mailto:nikolai@purdue.edu)

## PROBING PROTEIN DISORDER BY NMR EXPERIMENTS AND MD SIMULATIONS



It is increasingly recognized that many proteins fulfill their physiological function in a (partially) disordered state. In this talk we will review some of our recent work in this area. We will discuss the theory of paramagnetic relaxation enhancements in disordered proteins and its application to drkN SH3 domain [1]. We will also describe application to

denatured ubiquitin allowing for uniquely accurate quantitation of segmental diffusion [2]. Next we will focus on the effect of amide protein solvent exchange in disordered proteins. We will present a triple-resonance NMR experiment for accurate measurement of solvent exchange rates [3]. We will also describe pulse sequence for recording HSQC-type spectra of disordered proteins under physiological conditions with uniquely high resolution [4]. In addition, we will review very recent work where experimental NMR studies are combined with advanced MD modeling to characterize a dynamic (fuzzy) electrostatic encounter complex between Crk N-SH3 domain and peptide Sos [5]. Finally, we will discuss dynamic destabilization of proteins under the effect of oxidative stress, currently under investigation using the resources of the Center for Magnetic Resonance at SPbGU.

### References

- [1] Xue Y, Podkorytov IS, Rao DK, Benjamin N, Sun H, Skrynnikov NR, *Prot. Sci.* 18, 1401 (2009).
- [2] Xue Y, Skrynnikov NR, *J. Am. Chem. Soc.* 133, 14614 (2011).
- [3] Chevelkov V, Xue Y, Krishna Rao D, Forman-Kay JD, Skrynnikov NR *J. Biomol. NMR* 46, 227 (2010).
- [4] Yuwen T, Skrynnikov NR, *J. Biomol. NMR* 58, 175 (2014)
- [5] Xue Y, Yuwen T, Zhu F, Skrynnikov NR, *Biochemistry* (in press)

**Г.В. Безнусенко**

**МЕТОДЫ ИММУННОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ МИКРОСКОПИИ.  
ОСОБЕННОСТИ КРИОСРЕЗОВ**

В последние годы биологическая электронная микроскопия переживает своеобразный ренессанс. Наряду со своими обычными задачами она получила новый объект. Широкое внедрение методов пересадки удаления генов из генома ставит перед исследователями задачу электронно-микроскопического исследования органов таких эмбрионов с целью найти причину их гибели, которая зачастую далеко не очевидна, или осложнений из развития. Все это требует возможности не только анализа больших по размеру образцов с высоким уровнем разрешения но и точного мечения компонентов структур в сочетании с их локализацией. В зависимости от того, когда проводится реакция АГ с АТ, методы иммуно-ЭМ могут быть разделены на три группы: 1) беззаливочные (использование криоультратонких срезов), 2) предзаливочные (преэмбеддинг), 3) постзаливочные (постэмбеддинг). Наиболее широко для этих целей применяются ультратонкие срезы, приготовленные при температуре ниже минус 80 градусов Цельсия. Наряду с криосрезами используются методы преэмбеддинга и постэмбеддинга. К настоящему времени процедура изготовления замороженных ультратонких срезов и их последующего иммуномечения достаточно хорошо отработана. Использование негативного контрастирования, разработанного Токуяшу, позволяет четко и с высоким разрешением визуализировать мембраны и не мешает визуализации маркеров. Поскольку большинство изменений в данных условиях происходит на уровне количественных, а не качественных перестроек, то это требует широкого внедрения иммуно ЭМ анализа с использованием количественных подходов. В докладе обсуждают технические возможности и лимитации метода криосрезов в частности фиксационные артефакты и артефакты связанные с приникновением маркеров, преимущества и недостатки различных методов иммуно-электронной микроскопии и их применимости для количественного анализа.

**Rui Gardner**

*Instituto Gulbenkian Ciencia, Oeiras, Portugal*

[ruig@igc.gulbenakian.pt](mailto:ruig@igc.gulbenakian.pt)

## **FLOW CYTOMETRY: Fundamentals and Applications**

Flow Cytometry is one of the most powerful and widely used techniques in Biological and Medical Sciences. Though often associated to Immunology and similar fields, in its more than 40 years of existence Flow Cytometry has become a mainstream technique in many other fields of science including microbiology, environmental biology, marine biology and plant biology, to name just a few, as well as fundamental for Clinical Research and Diagnostics.

In my lecture I will provide a simple overview of what is Flow Cytometry, how it works, and what are the main advantages compared to all other cytometric techniques. I will also cover a few of the main applications as well as some of the new techniques that are branching out from Flow Cytometry, such as imaging flow cytometry, mass cytometry, and clinical cell sorting based on microfluidics.

With this I hope to show the power of Flow Cytometry and provide a small glimpse of the future of Flow in the next 40 years.

**I.G.Shenderovich**

*University of Regensburg, Faculty of Chemistry and Pharmacy, Regensburg,  
Germany*

Ilya.Shenderovich@ur.de

## **NMR-SENSORS FOR THE STRUCTURAL AND CHEMICAL STUDIES OF SOLIDS AND SURFACES**

Understanding of local structural patterns in non-crystalline and polycrystalline solids is crucial for the elucidation of the mechanical and chemical properties of these materials. Despite clear progress in the solid state  $^1\text{H}$  NMR its impact is restricted by a narrow spread of chemical shifts.  $^{13}\text{C}$  NMR is rarely sensitive enough to non-covalent interactions. In contrast, nitrogen and phosphorus are often actively involved in non-covalent interactions that makes  $^{15}\text{N}$  and  $^{31}\text{P}$  NMR attractive in studies of amorphous materials and surfaces. In this presentation, are reviewed two areas of concern: NMR study of surfaces and a combination of NMR and time-efficient DFT calculations in studies of complex solid state systems.

The structure and the effective acidity of functionalized silica surfaces are analyzed using pyridine- $^{15}\text{N}$ . [1-3] This approach uses the effect of non-covalent interactions on the  $^{15}\text{N}$  chemical shift of pyridines. [4] Noteworthy is the effect of water on the chemical activity of surfaces. [5,6]

The effect of non-covalent interactions, such as hydrogen bond and coordination to metal center, cannot be generally correlated with the isotropic  $^{31}\text{P}$  chemical shift but tensor components. The latter can be reproduced at relatively inexpensive levels of theory. While an increase of the basis set does not necessarily bring any benefits, a correct accounting of local interactions is critical. [7] This feature provides a tool to study the structure of amorphous solids, surfaces, and interfaces. This approach permits to inspect the similarity of unknown crystal structures to the known ones within related substances.

### *Литература*

- [1] I.G.Shenderovich et al. J. Phys. Chem. B 107, 11924 (2003).
- [2] D.Mauder et al. J. Phys. Chem. C 113, 19185 (2009).
- [3] B.C.K. Ip et al. Micropor. Mesopor. Mater. 134, 22 (2010).
- [4] Ph.Lorente et al. Magn. Reson. Chem. 39, S18 (2001).
- [5] A.A.Gurinov et al. Langmuir 27, 12115 (2011).
- [6] A.A.Gurinov et al. ChemPhysChem 13, 2282 (2012).
- [7] I.G.Shenderovich J. Phys. Chem. C 117, 26689 (2013).

**И.Л. Гринштейн**

*Группа компаний АНАЛИТ, Санкт-Петербург, Россия*

[grin@analit-spb.ru](mailto:grin@analit-spb.ru)

## **НОВИНКИ ОБОРУДОВАНИЯ SHIMADZU ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ, СИНТЕТИЧЕСКИХ И БИОЛОГИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ**

Shimadzu входит в пятерку крупнейших мировых производителей аналитического и испытательного оборудования. Безусловный интерес представляют разработки Shimadzu в области спектроскопии и хроматографии: жидкостный хроматограф LC-30 для сверх-быстрой ВЭЖХ высокого разрешения, способный работать при давлениях до 1300 атм; новые моноблочные ВЭЖХ системы i-серии; новый газовый хроматограф GC-2010Plus-Tracera, оснащенный наиболее универсальным и чувствительным детектором барьерного разряда в гелиевой плазме (BID) и другими чувствительными детекторами; новая линейка высокочувствительных-быстро-сканирующих жидкостных и газовых хроматомасс-спектрометров, включая ряд систем с тройным квадруполем (LCMS-8030, LCMS-8040, LCMS-8050, GCMS TQ-8040 и др.); новая серия спектрофотометров UV-2600/2700, UV-3600 Plus с уникальными оптическими характеристиками и ряд других новинок. В группе спектральных приборов особый интерес представляет новый ИСР-спектрометр параллельного действия ICPE-9800. Благодаря совершенной оптической системе, мощной системе детектирования на базе CCD-детектора и мощнейшему программному обеспечению, он позволяет проводить качественный и количественный анализ с высокой правильностью без предварительного задания аналитических линий.

Анализаторы размера частиц IG-1000 SALD-7500 и SALD-2300 определяют распределение частиц по размерам в диапазоне от 0.5 нм до 3000 мкм методом лазерной дифракции.

Компания Shimadzu предлагает ряд уникальных приборов для исследований в области нано- и биотехнологий, таких как семейство MALDI-TOF масс-спектрометров класса AXIMA, новые MALDI-TOF масс-спектрометры MALDI-7090 и IMScore Trio с возможностью визуализации распределения белков и метаболитов в тканях, электронно-зондовые микроанализаторы семейства EРМА и сканирующие зондовые микроскопы, способные исследовать микро- и нанообъекты на воздухе и в жидкостях.

Будучи крупнейшим генеральным дистрибьютором Shimadzu в России, АНАЛИТ уделяет особое внимание поддержке своих клиентов, располагая сервисными и методическими центрами в Петербурге, Москве, Нижнем Новгороде, Казани и Уфе. На базе собственной аккредитованной лаборатории в Петербурге АНАЛИТ проводит регулярное обучение персонала аналитических лабораторий.



УДК 54.057

**Михайлов М.Д.<sup>1</sup>, Гольева Е.В.<sup>1,3</sup>, Колесников И.Е.<sup>2</sup>, Толстикова Д.В.<sup>1,2</sup>,  
Соколов И.А.<sup>2,3</sup>, Смирнов В.М.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> ОАО «Научно-исследовательский и технологический институт оптического материаловедения ВНИИ «ГОИ им. С.И. Вавилова, Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup> Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

<sup>3</sup> Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, Санкт-Петербург, Россия

[mihailov@goi.ru](mailto:mihailov@goi.ru)

## **МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ПРЕКУРСОРОВ ДЛЯ ОПТИЧЕСКОЙ КЕРАМИКИ**

Синтез порошкообразных прекурсоров играет важную роль в формировании структуры и свойств, как самих порошков, так и будущей оптической керамики. К основным требованиям относятся химическая и фазовая чистота, однородность частиц по размерам и отсутствие жестких агломератов. Для конкретного типа функциональной керамики к исходному сырью могут предъявляться дополнительные требования, например, люминесцентные свойства в случае лазерной керамики.

Целью работы является синтез слабо агломерированных нанокристаллических порошков алюмоиттриевого граната (АИГ), алюмомагнетитовой шпинели (АМШ), ванадата иттрия ( $YVO_4$ ), оксида иттрия ( $Y_2O_3$ ) и исследование их физико-химических свойств

Чистота получаемого сырья определяется влиянием примесей на оптические, механические и др. свойства керамики. Размеры кристаллитов в порошке, которые в нашем случае находятся в наноразмерном диапазоне, играют менее значимую роль при изготовлении оптической керамики, т.к. размер конечных зерен в большей степени определяется параметрами высокотемпературного уплотнения. Электронная микроскопия и исследование удельной поверхности позволяют увидеть морфологию материала о развитой поверхности порошков, которые могут представлять собой жесткие, пористые спеки. Одним из оптимальных анализов дисперсности материала является метод лазерной дифракции. Порошки (АИГ, АМШ,  $YVO_4$ ), синтезированные методом Печини с повторной термической обработкой в расплаве инертной соли, по данным анализа состоят из крупных агломератов, размером до 11 мкм и фракции наноразмерных частиц порядка 200 нм. Распределение по размерам для оксида иттрия показывает наличие наночастиц диаметром 40-100 нм.

Также исследовались люминесцентные свойства неодима в матрицах АИГ и  $Y_2O_3$ . Положение полос в спектрах люминесценции соответствуют литературным данным.

**К.Н. Ельцов**

*Институт общей физики им. А.М. Прохорова РАН, Москва, Россия*

[eltsov@kapella.gpi.ru](mailto:eltsov@kapella.gpi.ru)

## **СОВРЕМЕННЫЕ ПРИМЕНЕНИЯ СВЕРХВЫСОКОВАКУУМНОЙ СКАНИРУЮЩЕЙ ЗОНДОВОЙ МИКРОСКОПИИ**

1. *Нанокатализ.* Фактически речь идет о возможности поэтапного конструирования модельной каталитической системы, стартуя с создания нескольких монослоев изолятора (носителя) и затем последовательно формируя нанокластер и/или атомные цепочки из атомов активного компонента катализатора (как правило, переходного металла). На каждой стадии формирования катализатора может быть изучено взаимодействие различных его компонентов и даже проведена модельная каталитическая реакция.
2. *Формирование функциональных элементов электроники с использованием СТМ и поверхностных химических реакций.* Наиболее яркий пример — создание полевого транзистора в системе Si(100)-P, с идеальным проводящим каналом.
3. *Топография поверхности с атомным химическим разрешением при использовании атомно-силового микроскопа с частотной модуляцией кантилевера (камертона).* Будут рассмотрены модельные примеры внедрения атомов Pb, Zn на поверхности кремния и сложные органические молекулы.
4. *Спин-поляризованный сканирующая зондовая микроскопия.* Будут рассмотрены реализации исследования спинового состояния поверхности твердого тела с возможностью наблюдения отдельного спина.

## **Устные доклады**

### **«Изучение структуры и свойств биомедицинских объектов современными инструментальными методами»**

УДК 577.128

**Н.Д. Соловьев**

*Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный университет», Институт химии, Санкт-Петербург, Россия*  
[n.solovyev@spbu.ru](mailto:n.solovyev@spbu.ru)

#### **ТРАНСПОРТ ХИМИЧЕСКИХ ФОРМ СЕЛЕНА ЧЕРЕЗ ГЕМАТОЭНЦЕФАЛИЧЕСКИЙ БАРЬЕР И ИХ РОЛЬ В ПАТОГЕНЕЗЕ АМИОТРОФИЧЕСКОГО ЛАТЕРАЛЬНОГО СКЛЕРОЗА**

Для изучения транспорта селена было проведено определение его химических форм в 24 индивидуальных образцах сыворотки (сыв.) и спинномозговой жидкости (СЖ), полученных от неврологически здоровых пациентов. Для оценки роли химических форм селена в этиологии амиотрофического латерального склероза (АЛС) определение форм Se было проведено в СЖ 38 пациентов с АЛС и в 38 пробах СЖ, полученных от неврологически здоровых людей. Для определения химических форм применяли ионную хроматографию (колонка Dionex ProPac SAX-10 250×2 мм) с детектированием методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (Perkin Elmer NexIon DRC, DRC CH<sub>4</sub> 0,6 мл/мин). Предел обнаружения составил 0.026-0.031 мкг/л для всех исследуемых форм [1]. Анализ парных проб сыворотки и СЖ показал, что на общую концентрацию Se влияет только концентрация селенопротеина Р (если общий Se >65 мкг/л). Линейные корреляции концентраций химических форм селена для проб сыворотки и СЖ были обнаружены только для глутатионпероксидазы (GPx), селенезированного сывороточного альбумина (Se-HSA) и тиоредоксинредуктазы (TrxR). Более того, повышение соотношений  $GPx_{СЖ}/GPx_{сыв.}$  и  $TrxR_{СЖ}/TrxR_{сыв.}$  относительно величин, обусловленных пассивной диффузией, свидетельствует о дополнительной экспрессии данных ферментов в тканях ЦНС или наличии механизма их специфического транспорта через барьер сыворотка–СЖ [1]. Анализ распределения химических форм Se в СЖ пациентов со спорадическим АЛС показал, что

*«Изучение структуры и свойств биомедицинских объектов современными инструментальными методами»*

повышенные концентрации селенита и Se-HSA сопряжены с увеличением риска данного заболевания [2].

### ***Литература***

[1] Solovyev N., Berthele A., Michalke B. // *Anal. Bioanal. Chem.* 2013. V. 405. P. 1875-1884.

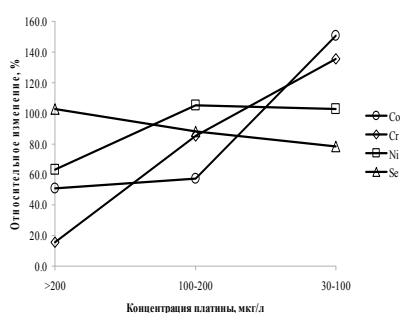
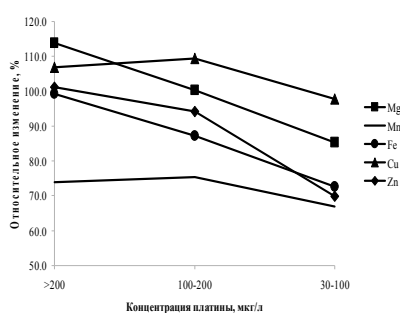
[2] Vinceti M., Solovyev N., Mandrioli J. et al. // *NeuroToxicology.* 2013. V. 38. P. 25-32.

УДК 615, 543.51

Д.В. Наволоцкий, Н.Д. Соловьев, А.А. Иваненко, Н.Б. Иваненко  
ФГБУН ИТ ФМБА России, Санкт-Петербург, Россия  
[NavolotskiyD@gmail.com](mailto:NavolotskiyD@gmail.com)

## ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЯ МЕТАЛЛ-ЛИГАНДНОГО ГОМЕОСТАЗА У ОНКОЛОГИЧЕСКИХ БОЛЬНЫХ, ПОЛУЧАЮЩИХ ПРЕПАРАТЫ ПЛАТИНЫ

Платиносодержащие препараты, широко применяющиеся в настоящее время для терапии многих онкологических заболеваний, обладают выраженной токсичностью. Наиболее изучены механизмы токсичности, связанные с цитостатическим действием, в то время как комплексобразующее действие, приводящее к нарушению металл-лигандного гомеостаза остается без должного внимания. Целью работы является оценка изменения металл-лигандного гомеостаза у лиц, получающих препараты Pt в составе химиотерапии.



В исследовании участвовали 30 пациентки 26 лиц контрольной группы. Оценку металл-лигандного гомеостаза проводили на основе данных микроэлементного анализа проб цельной крови методом SF-ICP-MS. Результаты анализов группировали по величине концентрации Pt (см. рис.), что позволяло оценить уровень воздействия Pt на организм. Получено, что для 9 жизненно необходимых микроэлементов имеет место изменение концентрации в пробах крови. Для Mg, Mn, Fe, Cu и Zn наблюдается снижение концентрации по мере выведения платины из организма, в то время как для Ni наблюдается рост, для Co и Cr значительный.

Результаты пилотного исследования позволяют судить о возможном сдвиге металл-лигандного гомеостаза под воздействием комплексов Pt, как за счет нарушения адсорбции элементов, так и их вытеснения из мест депонирования. Однако требуется продолжение исследований для оценки достоверности выявленных изменений, расширения спектра химиотерапевтических препаратов и онкологических патологий и дальнейшей разработки рекомендаций по клинической диагностике и реабилитации онкологических пациентов.

Данные исследования проводили в сотрудничестве с ГБУЗ «СПб КНпЦСВМП(о)».

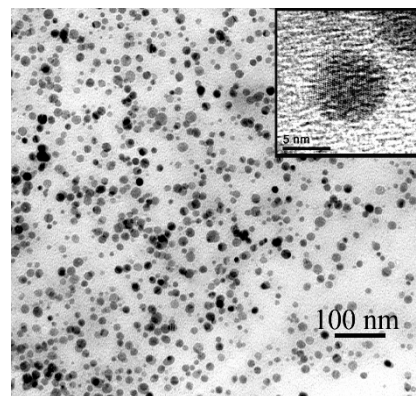
**А.В. Яковлев, О.Ю. Голубева**

*Институт химии силикатов им. И.В. Гребенщикова Российской академии наук (ИХС РАН)*

[yakovlev.av@iscras.ru](mailto:yakovlev.av@iscras.ru)

## **БИОКОНЬЮГАТЫ НАНОЧАСТИЦ И МЕТОДЫ ИХ ИНТЕРКАЛЛЯЦИИ В АЛЮМОСИЛИКАТНЫЕ МАТРИЦЫ**

Гибридные органо-неорганические материалы в настоящее время привлекают многих исследователей в таких областях науки как биотехнология, наномедицина и химия. Интересным примером такого материала является сочетание слоистых алюмосиликатов и биологических молекул. Данный подход позволяет получать не токсичные материалы и обеспечивать стабильность достаточно хрупким биологическим молекулам. Помимо простой защиты молекул многие ученые задумываются о создании функциональных материалов на основе металлических наночастиц и биологических молекул с целью создания новых свойств таких материалов.



В данной работе, предлагается использовать комплексный подход по созданию биофункциональных антибактериальных материалов на основе наночастиц серебра в оболочке лизоцима интеркалированных в алюмосиликатные матрицы. Данный подход позволяет получать антибактериальные препараты нового поколения, обладающие широким антибактериальным действием.



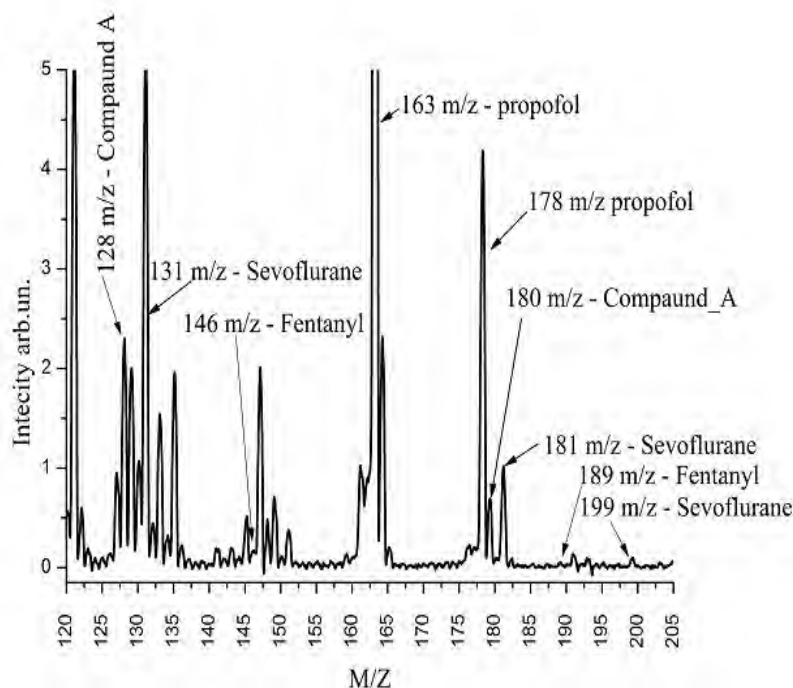
Взаимодействие биологических молекул с поверхностью наночастицы приводит к конвергенции свойств составляющих веществ, а применение синтетических алюмосиликатных матриц, таких как монтмориллониты, позволяет проводить контролируемую сорбцию/десорбцию активных компонентов и добиваться пролонгированного действия таких антибактериальных препаратов.

УДК543.51: 76.29.44

V.A. Elokhin, A.Yu. Elizarov, T.D. Ershov, V.I. Nikolaev  
CJSCSCIENTIFIC INSTRUMENTS, 190103, Saint-Petersburg, Russia  
[a.elizarov@mail.ioffe.ru](mailto:a.elizarov@mail.ioffe.ru)

## APPLICATION INTERFACE MEMBRANE SEPARATOR MASS-SPECTROMETRIC ANALYSIS OF ANESTHETIC DRUGS IN BIOLOGICAL FLUID

We demonstrate the possibility of rapid mass-spectrometric determination of the content of anesthetic agents in biological fluids (blood plasma and urine) with the aid of a membrane separator interface. The interface employs a hydrophobic selective membrane that is capable of separating various anesthetic drugs (including inhalation anesthetic sevoflurane, non inhalation anesthetic thiopental, hypnotic propofol, and analgesic fentanyl) from the blood plasma and introducing samples into a mass spectrometer (see Fig.). Analysis of the blood plasma was not accompanied by the memory effect and did not lead to membrane degradation [1]. Results of clinical investigation of the concentration of anesthetics in the blood plasma of patients will be present.



**Fig.** Mass spectrum of blood plasma taken at the initial stage of balanced inhalation anesthesia, measured using the proposed membrane separator interface.

### REFERENCES

- [1] А.В.Елохин, Т.Д.Ершов, А.Ю. Елизаров, Научное приборостроение, 24(2), 118 (2014).

УДК 547.751.04

**С.Л. Белопухов, Л.Б. Дмитриев, Н.М. Пржевальский, Р.К. Лайпанов,  
Е.Н. Рожкова, Г.П. Токмаков, П.Ю. Углинский, Е.Л. Дмитриева,  
Л.О. Сушкова**

*Российский Государственный Аграрный Университет-МСХА имени  
К.А. Тимирязева, факультет почвоведения, агрохимии и экологии, Москва,  
Российская Федерация  
[prjevalski@mail.ru](mailto:prjevalski@mail.ru)*

## **ИЗУЧЕНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ СИНТЕТИЧЕСКИХ И ПРИРОДНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ**

Кафедра физической и органической химии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева и Учебно-научный центр коллективного пользования «Сервисная лаборатория комплексного анализа химических соединений» проводят исследования в области фундаментальной органической химии и прикладные исследования, связанные с анализом сельскохозяйственной продукции.

Используя метод мультикомпонентных реакций и концепцию биоизо-стеризма, синтезированы новые упрощённые аналоги природного цитоста-тика подофиллотоксина, обладающие противораковой активностью [1], получены новые биоактивные гетероциклические соединения - производные пиридола-2 с фрагментом триптамина у атома азота [2]. Строение синтезированных веществ доказано методами ИК-, УФ-, ПМР и масс-спектрометрии.

С помощью метода ГЖХ-МС изучен состав эфирных масел эфиромасличных растений нечернозёмной зоны России [3]. Применение методов термического анализа позволило изучить структуру льняного волокна [4], зерна белого люпина [5]. Микроэлементный состав продукции льноводства установлен методом атомной абсорбции [6].

### ***Литература***

- [1] I.V. Magedov, M. Manpadi, N.M. Evdokimov, E.M. Elias, E. Rozhkova M.A. Ogasawara, J.D. Bettale, N.M. Przhevalskii, S. Rogeli, A. Kornienko, *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters*, №17, 3872 (2007).  
[2] Р.К. Лайпанов, Г.П. Токмаков, Н.М. Пржевальский, *Известия ТСХА*, вып. 4, 121 (2014).  
[3] S.L. Belopukhov, L.B. Dmitriev, V.L. Dmitrieva, *Izvestia TSKhA, Special Issue*, №1, 95 (2012).



- [4] Е.В. Калабашкина, С.Л. Белопухов, Бутлеровские сообщения, т. 28, №20, 11 (2011).
- [5] С.Л. Белопухов, А.С. Цыгуткин, А.Л. Штеле, Достижения науки и техники АПК, №4, 56 (2013).
- [6] С.Л. Белопухов, А.В. Жевнеров, Е.В. Калабашкина, И.И. Дмитревская, Бутлеровские сообщения, т. 31, №7, 124 (2012).

**Н.М. Малыгина, А.Ю. Лянгузов, Т.А. Петрова**

Санкт-Петербургский государственный университет, биологический факультет, Санкт-Петербург, Россия  
[natusindra@mail.ru](mailto:natusindra@mail.ru)

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПЛАЗМЫ ГЕМОЛИМФЫ УЛИТОК *ACHATINA FULICA* СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКИМИ И ФЛУОРИМЕТРИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ**

Исследованы спектральные характеристики плазмы гемолимфы и ее компонентов интактных наземных легочных моллюсков *Achatina fulica*, которые используются в качестве биологических тест-объектов в пилотном проекте по изучению загрязнения окружающей среды на заводе по сжиганию иловых осадков Юго-Западных очистных сооружений предприятия «Водоканал Санкт-Петербурга» (<http://www.vodokanal.spb.ru/vodosnabzhenie/biomonitoring/ulitki/>).

Спектры поглощения образцов в видимом и ультрафиолетовом диапазонах проанализированы с применением 4-ых производных, на которых выявляется необычно высокое содержание фенилаланина, что согласуется с данными по аминокислотному составу гемоцианина. Установлено, что спектральные характеристики цельной плазмы определяются в основном наличием в ней кислород-переносящего белка гемоцианина ( $r = 0,97$  между 4-ми производными спектров гемолимфы и гемоцианина).

Методами флуориметрии изучен комплекс качественных и количественных характеристик спектров эмиссии плазмы гемолимфы и фракции, обогащенной гемоцианином, в зависимости от условий выполнения измерений. Для удобства проведения дальнейших экотоксикологических исследований результаты флуоресцентного анализа представлены в виде двух- и трехмерных изображений.

Концентрация глюкозы в плазме гемолимфы улитки, оцененная спектрофотометрическим глюкозооксидазным методом, составила  $0,62 \pm 0,08$  мМ.

Статистические расчеты и графики выполнены с использованием функций открытого статистического пакета «R» (<http://cran.r-project.org>).

Предполагается, что полученные данные могут послужить основой для разработки критериев оценки хронического загрязнения почвы и атмосферного воздуха малыми дозами поллютантов, попадающих во внешнюю среду с продуктами неполного сгорания иловых осадков.

Исследования проведены с использованием оборудования Ресурсного центра СПбГУ «Обсерватория экологической безопасности».

УДК541.18:658.562.012.7

**Р.Ф. Бакеева, О.Е. Вахитова, Т.С. Гобунова**

ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», факультет нефти и нефтехимии, кафедра аналитической химии, сертификации и менеджмента качества, г. Казань, Россия

[bakeeva@kstu.ru](mailto:bakeeva@kstu.ru), [Vakhi-olga@yandex.ru](mailto:Vakhi-olga@yandex.ru).

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МИЦЕЛЛЯРНЫХ СРЕД ДЛЯ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА НОВОКАИНОВОЙ СОЛИ БЕНЗИЛПИНИЦИЛЛИНА**

Известно, что 5,7-дихлор-4,6-динитробензофуроксан (ДХДНБФО) обладает высокой реакционной способностью при взаимодействии с производными ароматических аминов, что может быть использовано для определения лекарственных веществ (ЛВ), содержащих эти группы.

Однако эффективность применения ДХДНБФО как реагента для определения ЛВ во многом определяется его малой растворимостью в воде. Эту проблема решалась нами с помощью использования мицеллярных систем. Для выявления оптимального ПАВ исследован процесс солюбилизации ДХДНБФО в мицеллярных системах ионных (додецилсульфат натрия, ДСН, цетилтриметиламмоний бромид, ЦТАБ) и неионных (оксипропилированные нонилфенолы общей формулы  $A\Phi_{9-n}, n=6,8,10,12$ , октилфенол-9, Тг Х-100, цетиловый эфир полиоксиэтилена (10), Brij56) ПАВ. Показано, что предпочтительной для модификации ДХДНБФО при анализе новокаиновой соли бензилпипенициллина является система, состоящая из смешанных мицелл  $A\Phi_{9-10}$  и ДСН при соотношении  $\alpha_{A\Phi_{9-10}}/\alpha_{ДСН}=0,75/0,25$  в водно-диметилсульфоксидной среде, поскольку в этом случае мицеллы образуются при минимальных значениях ( $7,91 \cdot 10^{-5}$  моль/л) [1]. Спектрофотометрическое определение ЛВ - производных 4-аминобензойной кислоты при использовании иммобилизованного мицеллами ДХДНБФО как хромогенного реагента, показало целесообразность использования мицеллярных систем в фармацевтическом анализе, поскольку приводит к повышению чувствительности определения, снижению предела обнаружения (до 0,30 мкг/мл по сравнению со стандартизированными методиками), повышению экологичности анализа за счет использования нетоксичного реагента (ДХДНБФО) и водно-диметилсульфоксидной среды вместо органических растворителей.

### ***Литература***

[1] Р.Ф. Бакеева, Т.С. Горбунова, Л.И. Сафиуллина, О.Е. Вахитова, С.Ю. Васютина, Л.М. Юсупова, В.Ф. Сопин, Вестник Каз. Технол. Унив. 2010 г. - № 5 с.60-65

УДК [615.46.014.47:615.28]:546.26

**А.В. Седанова, Л.Г. Пьянова, В.А. Дроздов**

*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем переработки углеводов Сибирского отделения Российской академии наук, г. Омск, Россия*

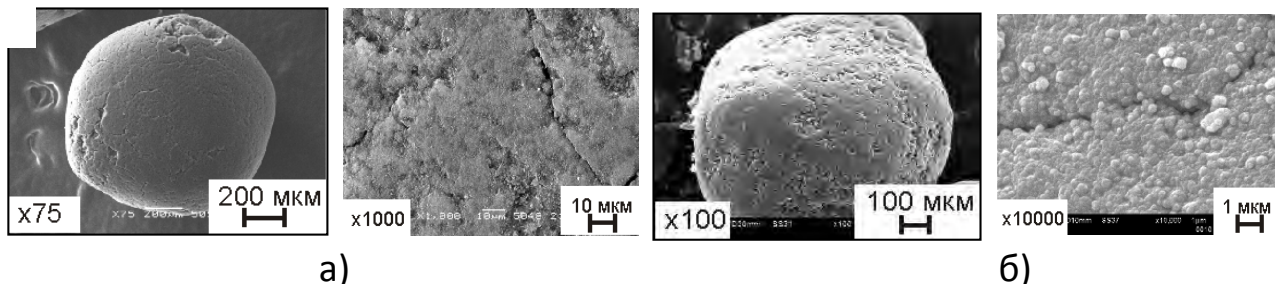
[medugli@ihcp.ru](mailto:medugli@ihcp.ru); [medugli@rambler.ru](mailto:medugli@rambler.ru)

## **ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ХИМИЧЕСКОГО МОДИФИЦИРОВАНИЯ НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА УГЛЕРОДНЫХ СОРБЕНТОВ МЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

В Федеральном государственном бюджетном учреждении наук Институте проблем переработки углеводов Сибирского отделения Российской академии наук на основе матричного синтеза разработаны пористые углерод-углеродные углеродные сорбенты для медицины и ветеринарии: гемосорбент углеродный в физиологическом растворе стерильный ВНИИТУ-1, энтеросорбент углеродный ВНИИТУ-2, энтеросорбент углеродный Зоокарб.

В настоящее время основное внимание уделяется созданию модифицированных углеродных сорбентов медицинского назначения. Разработан комплекс методов химической функционализации поверхности углеродных сорбентов с прочным закреплением азот-кислородсодержащих групп с целью придания им биоспецифических свойств. Разработаны сорбенты для избирательного характера сорбции токсических веществ белковой природы, которые накапливаются в организме при определенных заболеваниях.

В докладе представлены направления синтеза модифицированных сорбентов, а также результаты исследований физико-химических и медико-биологических свойств сорбентов.



Электронно-микроскопические снимки гранул и поверхности исследуемых образцов при различном увеличении:

а) исходный образец; б) образец, модифицированный поли-N-винилпирролидоном

**Н.М. Никитина**

*ГБУЗ «Наркологический диспансер Псковской области», г.Псков  
[nataliapskovhtl@mail.ru](mailto:nataliapskovhtl@mail.ru)*

## **ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ МЕТОДИК НА ОБНАРУЖЕНИЕ НОВЫХ НАРКОТИЧЕСКИХ И ПСИХОТРОПНЫХ ВЕЩЕСТВ В БИОЛОГИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЯХ МЕТОДАМИ ГХ-МС.**

Приведено обобщение практической работы химико-токсикологической лаборатории (ХТЛ) по идентификации наркотических и лекарственных веществ в биологическом материале, используемых в немедицинских целях по Псковской области.

На территории Псковской области уже не первый год проводится тестирование подростков — учащихся 9-11 классов школ, профтехучилищ и институтов — на содержание наркотических веществ и психотропных веществ. Процедура тестирования проводится на территориях школ выездной бригадой медицинских работников с помощью иммунохроматографических тест-полосок с обязательным подтверждением всех полученных положительных результатов газо-масс-спектрометрическим методом в условиях ХТЛ [2,3].

Обобщая полученный опыт нескольких лет работы, показано широкое распространение среди молодежи немедицинского применения лекарственных средств, часто вызывающих отравление. Это связано с их свободной продажей в аптеках и не очень высокой стоимостью. Так, в статье описываются случаи употребления баклофена и дицикломина подростками [2,3,4]. Предлагается алгоритм отбора и исследования биообъектов с учетом невозможности применения иммунохроматографии для анализа на данные лекарственные средства.

Впервые описывается употребление нового, до недавнего времени не входившего в Списки ПККН, вещества фентанилового ряда — карфентанила, являющегося средством для усыпления крупных животных. Описано его употребление как отдельного вещества, так и в смеси с 3-метилфентанилом и меторфаном. Карфентанил в несколько сот раз сильнее 3-метилфентанила, поэтому опьянение вызывает прием ничтожно малой дозы вещества. Это значительно уменьшает возможность выявления наркотического вещества при обычной процедуре пробоподготовки и условиях хроматографирования. Нами были разработаны оптимальные условия экстракции для более полного извлечения данного вещества из мочи и произведен подбор условий хроматографирования при использовании методов ГХ-МС и ВЭЖХ-МС/МС.

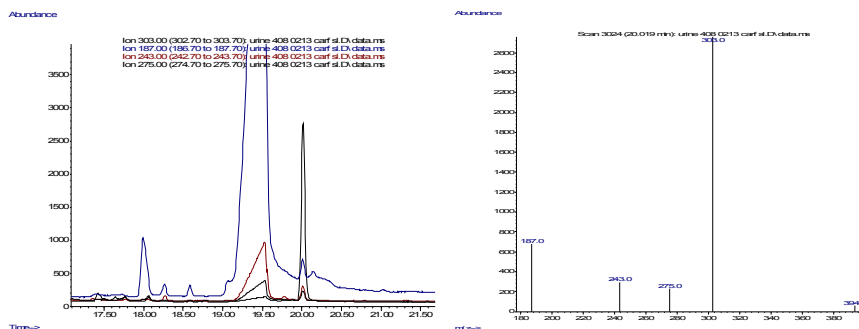


Рис. 1 - Хроматограмма исследуемой пробы(SCAN)по экстрагированным ионам, соответствующим карфентанилу. Вещества идентифицированы по временам удерживания и по масс-спектрам. Пик с временем удерживания 20.019мин соответствует карфентанилу.

Обнаружение данных веществ и многих других в ХТЛ проводится методом хромато-масс-спектрометрии на приборах HP 6890 — 5975N фирмы «Agilent» (США) и МАЭСТРО 7820 — 5975 фирмы «Интерлаб» (Россия).

Разработанные методики и современное аналитическое оборудование позволяют идентифицировать новые наркотические вещества и быстро внедрить методики их обнаружения в рутинный анализ.

### *Литература*

[1]. Никитина Н.М., Савчук С.А., Овсяков В.С. О тестировании подростков на наркотические и лекарственные вещества в Псковской обл. Наркология 2012 (4) с.82.

[2]. Никитина Н.М., Савчук С.А.О тестировании подростков на наркотические и лекарственные вещества в Псковской области. Всероссийская конференция Аналитические приборы 26-30 июня 2012г. СПб. Тезисы докладов С 5-8 с. 106.

[3]. Никитина Н.М., Савчук С.А. Применение хромато-масс-спектрометрии для обнаружения наркотических и психотропных веществ в биобразцах Всероссийская конференция Аналитические приборы 26-30 июня 2012г. СПб. Тезисы докладов С 2-14 с. 45.

УДК 577.151

**С.Н. Нарыжный<sup>1,2\*</sup>, Н.Л. Ронжина<sup>1</sup>, М.А. Майнскова<sup>2</sup>, К.В. Волков<sup>3</sup>,  
С.Е. Новикова<sup>2</sup>, В.Г. Згода<sup>2</sup>, Н.В. Белякова<sup>1</sup>, О.А. Клейст<sup>1</sup>, О.К.  
Легина<sup>1</sup>, Р.А. Пантина<sup>1</sup>, М.В. Филатов<sup>1</sup>**

*<sup>1</sup>Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт», ФГБУ  
Петербургский институт ядерной физики им. Б.П.Константинова (ФГБУ ПИЯФ)  
Гатчина Россия,*

*<sup>2</sup>ФГБНУ "Научно-исследовательский институт биомедицинской химии им.  
В.Н. Ореховича" Москва Россия,*

*<sup>3</sup>Ресурсный центр Санкт-Петербургского государственного университета  
«Развитие молекулярных и клеточных технологий» Санкт-Петербург, Россия  
[snaryzhny@mail.ru](mailto:snaryzhny@mail.ru)*

## **ПОЛУЧЕНИЕ И АНАЛИЗ БЕЛКОВОГО ПРОФИЛЯ КЛЕТОК ГЛИОБЛАСТОМЫ**



Глиобластома является наиболее частой опухолью мозга. По смертности она занимает 4 место среди раковых заболеваний. В наших экспериментах мы использовали несколько глиобластомных клеточных линий для получения протеомной информации, характерной для данного заболевания. Разделение белков двумерным электрофорезом с последующим окрашиванием, анализом изображений и белковых пятен, масс-спектрометрической и иммунологической идентификацией белков, позволило нам визуализировать более 800 белковых пятен, идентифицировать и проанализировать более 250 протеоформ. С целью выявления возможных маркеров глиобластомы также были анализированы и нормальные клетки. Протеомные профили в нормальных и глиобластомных клетках очень похожи, однако уровни содержания многих белков сильно отличаются. Среди таких белков альфа-енолаза (ENOA\_HUMAN), изофермент пируваткиназы M1/M2 (KPYM\_HUMAN), кофилин 1 (COF1\_HUMAN), опухолевый белок TSTR (TSTR\_HUMAN), аннексин 1 (ANXA1\_HUMAN), аннексин 2 (ANXA2\_HUMAN), PCNA (PCNA\_HUMAN), p53 (TP53\_HUMAN) и другие.

УДК 54.06

**И.В. Роговая\*\*\*, С.В. Моржухина\*, Б.К. Зуев\*\*\***

*\*Государственное бюджетное общеобразовательное учреждение высшего профессионального образования Московской области международный университет природы, общества и человека «Дубна», факультет естественных и инженерных наук, Дубна, Россия*

*\*\*Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского  
РАН, Москва  
[smile\\_mail@mail.ru](mailto:smile_mail@mail.ru)*

## **ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ОКСИТЕРМОГРАФИИ ДЛЯ КОЛИЧЕСТВЕННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФРАКЦИОННОГО СОСТАВА ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ПРИРОДНЫХ ВОД**

Для всестороннего исследования вещества требуется создание новых методов. Авторами предложен метод термоокислительной спектроскопии, названный окситермографией [1]. Метод основан на программируемом высокотемпературном окислении органического вещества в потоке бинарной газовой смеси кислорода с аргоном и последующем количественном определении кислорода, затраченного на это окисление.

Данный метод вошел составной частью в новый гибридный мембранно-окситермографический метод определения фракционного состава органического вещества природных вод. Разделение проводится методом мембранного фракционирования на одноступенчатой мембранной ячейке, при этом используются мембраны с последовательно уменьшающимся размером пор: 0,22 мкм, 50 нм, 20 нм, 10 нм, 5 нм с применением компрессора в качестве источника давления и магнитной мешалки для уменьшения влияния концентрационной поляризации.

### ***Литература***

[1] Зуев Б.К. Способ окситермографии Патент № 2411509 Приоритет 15.01. 2010.



УДК 573.6.086.83:577.21

**Л.А. Лутова, М.В. Падкина**

Санкт-Петербургский государственный университет, биологический факультет, Санкт-Петербург, Россия

[la.lutova@gmail.com](mailto:la.lutova@gmail.com)

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЖИВЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ВАКЦИН И ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ**

Одним из перспективных направлений современной биотехнологии является получение организмов-продуцентов белков человека и животных, имеющих медицинское назначение. Бактериальные продуценты не способны осуществлять модификацию белков эукариот. Использование таких рекомбинантных белков сопровождается побочными эффектами. Хорошей альтернативой являются дрожжи и растения. Применение непатогенных дрожжей и съедобных растений в качестве продуцентов дает возможность получать корректно модифицированные рекомбинантные белки и использовать организмы-продуценты в качестве иммунопробиотической добавки, что позволяет исключить трудоемкие процедуры по очистке гетерологичных белков. Трансгенные растения, синтезирующие рекомбинантные антигены, — съедобные или зеленые вакцины — могут применяться для иммунизации [1]. Для повышения стабильности гетерологичных белков модифицируют штаммы дрожжей-продуцентов, используют тканеспецифичные промоторы и сигналы внутриклеточной локализации, направляющие целевые белки в определенные компартменты растительной клетки [2]. Нами созданы штаммы дрожжей *Pichia pastoris* — продуценты  $\gamma$ -интерферонов человека, быка, курицы и получены трансгенные растения табака *Nicotiana tabacum*, синтезирующие бычий  $\gamma$ -интерферон. Показано, что рекомбинантные белки обладают биологической активностью.

### ***Литература***

[1] Е.В. Дейнеко Генетически модифицированные растения — продуценты рекомбинантных белков медицинского назначения // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2012. № 2 (18). С. 41-51.

[2] Ткаченко А.А., Емельянов В.В., Савельева Н.В. и др. Конструирование векторов для экспрессии гетерологичного гена гамма-интерферона в растениях гороха посевного (*Pisum sativum* L.). // Биомика. 2012. Т. 3, № 1. С. 103-105.

**М.В. Падкина**

Санкт-Петербургский государственный университет, биологический факультет, Санкт-Петербург, Россия

[mpadkina@mail.ru](mailto:mpadkina@mail.ru)

## **РЕКОМБИНАНТНЫЕ ИНТЕРФЕРОНЫ ПРОЛОНГИРОВАННОГО ДЕЙСТВИЯ: СОЗДАНИЕ, ОЧИСТКА, СВОЙСТВА**

Интерфероны оказывают антивирусное, антимикробное, противоопухолевое, радиопротективное, иммуномодулирующее действие и представляют интерес для медицины [1]. Для получения интерферонов используют различные организмы-продуценты. Достоинствами дрожжей является относительная простота работы и возможность осуществления посттрансляционной модификации белков, характерной для эукариот. Особый интерес представляют дрожжи *Pichia pastoris*, обеспечивающие высокий уровень синтеза и секреции рекомбинантных белков [2]. Секреция гетерологичных белков упрощает их очистку. Недостатком рекомбинантных интерферонов является короткий период полужизни. Слияние рекомбинантных белков с альбумином плазмы крови способствует их стабилизации и дает возможность получать целевые белки пролонгированного действия [3]. Нами созданы штаммы дрожжей *P. pastoris* — секреторные продуценты химерных белков, состоящих из интерферонов ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ) и альбумина человека. Использование относительно простой схемы очистки позволило получить препараты химерных белков, содержащих не более 5-10% примесей, и показать, что присоединение альбумина не сказывается на биологической активности, но повышает выход целевых белков [4].

### **Литература**

[1] S. Pestka, J.A. Langer, K.C. Zoon *et al.* Interferons and their actions // Ann. Rev. Biochem. 1987. V.56. P.727-777.

[2] J.L. Cereghino, J.M. Cregg Heterologous protein expression in the methylotrophic yeast *Pichia pastoris* // FEMS Microbiol.Rev. 2000. V.24. P.45-66.

[3] B.J. Smith, A. Popplewell, D. Athwal *et al.* Prolonged in vivo residence times of antibody fragments associated with albumin // Bioconjug. Chem. 2001. V.12. P.750-756.

[4] М.В. Падкина, А.В. Карабельский, Ю.Г. Зиновьева и др. Способ получения рекомбинантных белков, модифицированных присоединением альбумина человека, из культуральной жидкости дрожжей. Патент РФ №2373286. 2007.

УДК 575.22:575.167

**А.С. Глотов**

ФГБОУВПО «Санкт-Петербургский государственный университет», Биологический  
факультет, Санкт-Петербург, Россия, ФГБУ «НИИАГ им.Д.О.Отта» СЗО РАМН,  
Санкт-Петербург, Россия  
[anglotov@mail.ru](mailto:anglotov@mail.ru)

## **ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛНОГЕНОМНОГО СЕКВЕНИРОВАНИЯ В ДИАГНОСТИКЕ МОНОГЕННЫХ И МУЛЬТИФАКТОРНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ**

Исследование генетической предрасположенности к мультифакторным заболеваниям и диагностика наследственных болезней человека на сегодняшний день не возможны без применения новых методов исследования структуры молекулы ДНК. Одним из таких методов является технология секвенирования нового поколения - NGS).

Нами разработаны алгоритмы и принципы профилактической диагностики, с помощью технологии NGS на основе «эффекта» полупроводниковой платформы (секвенатор «Ion Torrent») и пиросеквенирования (GS “Junior”). В рамках технологии полупроводниковой платформы создана панель генов («амплисек»), нацеленная на скрининг 845 участков генов частых наследственных болезней (экзонов генов *APC*, *ATP7B*, *PAH*, *F8*, *F9*, *GALT*, *GJB2*, *HFE*, *KRAS*, *MESP2*, *MED12*, *NF1*, *NF2*, *NKX2-5*, *PKD1*, *PKHD1*, *SERPINA1*, *SMAD4*), разработана панель генов для скрининга более 95% всех известных мутаций при кардиомиопатиях (гены *ACTC1*, *MYBPC3*, *MYH7*, *MYL2*, *MYL3*, *TNNI3*, *TNNT2*, *TPM1*, *CASQ2*), сконструирована панель генов для «генетической паспортизации». Данная технология, а также технология пиросеквенирования апробирована для расшифровки гена *ACVR2A* у беременных с гестозом различного патогенеза. Выявлено 484 нуклеотидных вариации (SNP), 129 из которых описаны ранее. Используя аннотирование «медицинской» значимости данных замен с помощью ресурса «Gene-Talk», показано, что 31 полиморфный вариант может быть значимо ассоциирован с гестозом.

В целом проведенные испытания показали высокую эффективность технологии полногеномного секвенирования при расшифровке однонуклеотидного полиморфизма (SNP), но выявили определенные ограничения при анализе повторяющихся регионов в молекуле ДНК.

Таким образом, данная технология имеет большие перспективы при проведении широкомасштабных генетических исследований, но не подменяет уже известные методы ДНК-диагностики.

Работа выполнена при использовании оборудования РЦ «Развитие молекулярных и клеточных технологий» СПбГУ и при частичной поддержке гранта СПбГУ ИАС №1.38.79.2012.

**А.А. Рубель, Д.В. Качкин, Ю.О. Чернов, А.П. Галкин**

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования (Санкт-Петербургский государственный университет), Научная лаборатория биологии амилоидов, Санкт-Петербург, Россия*  
[arubel@mail.ru](mailto:arubel@mail.ru)

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ ФЛУОРЕСЦЕНТНОЙ МИКРОСКОПИИ, ДЛЯ АНАЛИЗА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ АМИЛОИДОВ МЛЕКОПИТАЮЩИХ В ДРОЖЖЕВОЙ МОДЕЛИ.**

Более 50 неизлечимых заболеваний человека, связаны с аномальной укладкой и агрегацией белков, в норме являющихся растворимыми. Такие заболевания называют «болезнями неправильной укладки» или амилоидозами. Наиболее известными амилоидозами являются: болезнь Альцгеймера, хорей Хантингтона, болезнь Паркинсона, диабет второго типа, а также прионные заболевания (инфекционные амилоидозы). В ходе целого ряда исследований, выполненных в последние годы, были получены данные о том, что различные амилоиды могут взаимодействовать, при этом в ряде случаев, наличие амилоидных полимеров одного белка может инициировать амилоидогенез другого белка. В этой связи выяснение механизмов, контролирующего взаимодействие амилоидов и поиск факторов, блокирующих этот процесс, является одной из самых актуальных задач современной биомедицины.

В настоящее время разработан ряд методов флуоресцентной микроскопии, позволяющих проводить исследования на нано объектах, которыми являются амилоидные агрегаты. Одним из таких методов является метод FRET (Fluorescence Resonance Energy Transfer), позволяющий изучать взаимодействие белков *in vivo*. FRET — это физическое явление, обусловленное передачей энергии между двумя хромофорами на расстоянии менее 5 нм.

Используя дрожжевую модель, в сочетании с методом FRET мы установили, что полимеры амилоидного белка Prion Protein могут специфично связываться с пептидом амилоид бета и выявили участки, отвечающие за это взаимодействие.

Исследования были выполнены на базе РЦ «ЦКП Хромас» и РЦ «МиКТ» Научного парка СПбГУ. Работа выполнена при поддержке гранта СПбГУ 1.50.2218.2013 и гранта президента России для молодых кандидатов наук МК-1152.2013.4.

УДК 577.21, 577.112

**А.А. Нижников, Т.А. Рыжова, С.Г. Инге-Вечтомов, А.П. Галкин**  
*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный университет», биологический факультет, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация*  
[a.nizhnikov@spbu.ru](mailto:a.nizhnikov@spbu.ru)

## **ТЕХНОЛОГИЯ ПРОТЕОМНОГО СКРИНИНГА БЕЛКОВ, ФОРМИРУЮЩИХ АМИЛОИДЫ, И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ**

Амилоиды это фибриллярные белковые агрегаты, обладающие кросс-бета структурой. Биомедицинская значимость амилоидов обусловлена тем, что с ними ассоциировано около сорока неизлечимых патологий человека, называемых амилоидозами, среди которых можно отметить диабет второго типа, болезни Альцгеймера, Паркинсона и Хантингтона, а также прионные заболевания. В последнее время стало очевидно, что амилоиды могут быть не только патологическими, но и функциональными. Так, у высших эукариотов показано участие амилоидов в биосинтезе меланина, запасании различных гормонов и даже в формировании долговременной памяти. Тем не менее, одной из центральных проблем в амилоидной биологии, является отсутствие методов для выявления белков, образующих амилоиды, в масштабах всего протеома: до сих пор обнаружение каждого нового амилоида является значительным событием, которому предшествует кропотливая и долговременная работа.

Нами разработана высокоразрешающая технология, позволяющая проводить быстрый и эффективный скрининг амилоид-формирующих белков в протеомах различных организмов, от бактерий до человека, вне зависимости от аминокислотной последовательности и уровня продукции соответствующих белков. В дрожжевой модели показана эффективность разработанного метода на примере идентификации уже известных амилоидов (Sup35, Rnq1, амилоидный пептид-бета человека, PrP и другие), а также выявлено несколько белков, являющихся кандидатами на роль новых конститутивных амилоидов. В настоящее время технология используется для поиска новых амилоидов у высших эукариот и бактерий, а также для поиска новых факторов, влияющих на амилоидогенез.

Авторы благодарят СПбГУ за предоставленный грант. Исследование проведено с использованием оборудования ресурсного центра «Развитие молекулярных и клеточных технологий» СПбГУ.

**Ю.И. Хорольская<sup>1</sup>, О.И. Александрова<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский Государственный Университет, Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup>Институт цитологии РАН, Санкт-Петербург, Россия

[Juliya\\_khorolskaya@mail.ru](mailto:Juliya_khorolskaya@mail.ru)

## **ОЦЕНКА ЦИТОТОКСИЧНОСТИ АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫХ ПРЕПАРАТОВ ФТОРХИНОЛОНОВОГО РЯДА НА КЛЕТОЧНЫХ КУЛЬТУРАХ**

Для лечения инфекционных заболеваний в офтальмологической практике применяются антибактериальные лекарственные препараты различных фармакологических групп. Часто используются препараты фторхинолонового ряда, так как они обладают широким спектром действия и хорошими фармакокинетическими свойствами. Немаловажное значение имеет цитотоксичность лекарственного препарата. Одним из перспективных методов оценки потенциальной опасности лекарственных препаратов являются методы *in vitro*. В данной работе была проведена оценка цитотоксичности шести препаратов фторхинолонового ряда по их воздействию на клеточные культуры.

Для определения общей цитотоксичности антибактериальных офтальмологических препаратов были использованы нормальные фибробласты кожи человека и клетки постоянной трансформированной клеточной линии СНО-К1. Фторхинолоны (Ципромед, Флоксал, Офтавикс, Сигницеф, Вигамокс, Зимар) добавляли в различных концентрациях в питательную среду в момент посева клеток. Для определения жизнеспособности клеток использовали количественную оценку (метод клонирования и фотокolorиметрический метод) и качественную оценку (морфология клеток). Эффективность клонирования определяли как выраженную в процентах долю числа сформировавшихся колоний по отношению к числу посеянных клеток. Методом фотокolorиметрического анализа определяли степень пролиферации клеток. Морфологическое состояние клеток оценивали, используя метод прижизненного наблюдения под инвертированным микроскопом с фотофиксацией. Из шести тестируемых препаратов наиболее цитотоксичным по отношению к обоим типам клеток оказался Вигамокс.

Результаты исследования согласуются с сообщениями о побочных эффектах при применении данных препаратов в офтальмологической практике. Следовательно, можно предположить, что оценку токсичности лекарственных средств целесообразно проводить на модели *in vitro* с использованием культивируемых клеток.

УДК 57.085.23

**Г.Б. Белостоцкая**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И.М. Сеченова Российской академии наук  
[gbelost@mail.ru](mailto:gbelost@mail.ru)

## **ВЫЯВЛЕНИЕ НОВОГО СПОСОБА САМООБНОВЛЕНИЯ И РЕГЕНЕРАЦИИ МИОКАРДА МЛЕКОПИТАЮЩИХ В IN VITRO ЭКСПЕРИМЕНТАХ**

В силу противоречивости данных о вкладе резидентных кардиальных стволовых клеток (КСК) в гомеостаз сердечной мышцы, их роль в регенерации и обновлении миокарда млекопитающих не достаточно ясна. Исследования на культуре клеток миокарда крыс различного возраста позволили впервые выявить существование неизвестного ранее способа внутриклеточного развития КСК. С помощью иммуноцитохимии с использованием антител к КСК, Ki67 и кардиальным белкам и последующей конфокальной микроскопии, а также цейтраферной съемки на оборудовании Ресурсного центра СПбГУ было установлено, что формирование зрелых кардиальных клеток из незрелых КСК трех типов (c-kit<sup>+</sup>, Sca<sup>+</sup> и Isl1<sup>+</sup>) происходит не только посредством клонообразования [1], но и путем их развития внутри зрелых клеток миокарда. Показано, что резидентные КСК формируют в цитоплазме клетки-хозяина структуры, ограниченные мембраной, которые обозначают термином «cell-in-cell structures» [2]. В результате деления КСК структуры увеличиваются в размерах, мембрана утолщается и превращается в капсулу, а для газообмена и поступления метаболитов формируются отверстия — микропиле (рис.1, А). Внутриклеточное развитие КСК завершается разрывом капсулы и выходом транзиторных клеток, экспрессирующих не только КСК антигены, но и кардиальные белки, в окружающую среду (рис. 1, Б). Полученные результаты позволяют выдвинуть предположение, что внутриклеточное развитие резидентных КСК является одним из способов самообновления и регенерации миокарда млекопитающих.



Рис. 1. Внутриклеточная структура в первичной культуре клеток миокарда 40-дневной крысы на 6-й день развития (А). Разрыв капсулы внутриклеточной структуры в первичной культуре клеток миокарда новорожденной крысы на 14-й день развития (Б).

браной, которые обозначают термином «cell-in-cell structures» [2]. В результате деления КСК структуры увеличиваются в размерах, мембрана утолщается и превращается в капсулу, а для газообмена и поступления метаболитов формируются отверстия — микропиле (рис.1, А). Внутриклеточное развитие КСК завершается разрывом капсулы и выходом транзиторных клеток,

экспрессирующих не только КСК антигены, но и кардиальные белки, в окружающую среду (рис. 1, Б). Полученные результаты позволяют выдвинуть предположение, что внутриклеточное развитие резидентных КСК является одним из способов самообновления и регенерации миокарда млекопитающих.

### **Литература**

- [1] G.V.Belostotskaya, T.A.Golovanova, Cell Cycle13:910-918 (2014).  
[2] G.V.Belostotskaya, I.V.Nerubatskaya, ESC Congress 2014.  
<http://congress365.escardio.org> P2997.

УДК:575.87

**О.А. Павлова, Д.И. Богомаз, Т.В. Матвеева, Л.А. Лутова.**

Санкт-Петербургский государственный университет, Биологический факультет, Санкт-Петербург, РФ  
[olgunja@mail.ru](mailto:olgunja@mail.ru)

## **МОЛЕКУЛЯРНЫЕ ПОДХОДЫ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ЯВЛЕНИЯ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ПЕРЕНОСА ГЕНОВ У РАСТЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ *LINARIA DALMATICA*.**

Горизонтальный перенос генов (ГПГ) - явление обмена генетического материала между неродственными организмами. Данный способ передачи генетической информации является эволюционно закрепленным механизмом и он широко распространен в прокариотическом мире, однако и в эволюции эукариотических организмов ГПГ имел место, в том числе и у растений [1,2,3,4]. Поскольку ГПГ может не только приводить к повышению адаптивных свойств организма, но и само по себе существование природно-трансгенных растений, важно для современного человека, например, в качестве контраргумента при критике генно-модифицированных культур, используемых в современном сельском хозяйстве, медицине, ветеринарии. Именно поэтому изучение ГПГ у высших растений является важной прикладной задачей. С точки зрения фундаментальных основ, изучение ГПГ является не менее важной задачей как для выяснения происхождения отдельных генов, организмов или видов, так и для понимания эволюционного процесса в целом. Поиск примеров ГПГ невозможен без применения современных молекулярно-биологических подходов. Так, нами было показано, присутствие T-ДНК — подобных последовательностей *Agrobacterium rhizogenes* в геноме *Linaria dalmatica*. При помощи ПЦР в режиме реального времени были детектированы последовательности, гомологичные генам *rolB*, *rolC*, ORF13, ORF14, *mis*, далее были секвенированы полноразмерные последовательности указанных генов. Данный подход также использовался для подтверждения отсутствия заражения исследуемого материала агробактериями. При помощи классического варианта ПЦР и секвенирования нами была прояснена структура вставки, а также место интеграции агробактериальных последовательностей в геном растения в геном растения. Работа выполнена за счет средств НИР СПбГУ 1.39.315.2014, № 0.37.87.2011 № 0.37.526.2013, средств РФФИ №14-04-01480 с использованием оборудования РЦ СПбГУ «Развитие молекулярных и клеточных технологий».



**Литература:**

- [1]. F.F. White, D.J. Garfinkel, G.A. Huffman, M.P. Gordon, E.W. Nester. Sequence homologous to *Agrobacterium rhizogenes* T-DNA in the genome of uninfected plants. // Nature, 1983, V.301, I.5898, P. 348-350.
- [2]. M.C. Intrieri, M. Buiatti. The horizontal transfer of *Agrobacterium rhizogenes* genes and the evolution of the genus *Nicotiana*. // Mol. Phylogenet. Evol, 2001, V. 20, I.1, P.100-110.
- [3]. T.V. Matveeva, D.I. Bogomaz, O.A. Pavlova, E.W. Nester, L.A. Lutova, Horizontal Gene Transfer from *Agrobacterium* to the Plant *Linaria* in Nature. // МРМІ, 2012. V. 25. I. 12. P. 1542-1551.
- [4]. Павлова О.А., Матвеева Т.В., Лутова Л.А. "Геном *Linaria dalmatica* содержит гомолог гена *rolC* *Agrobacterium rhizogenes*". // Экологическая генетика, 2013. Т. XI. Вып.2. С. 10-15.

**Д.С. Васильев**

*Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И.М. Сеченова РАН,  
Санкт-Петербург, Россия*

*Государственный педиатрический медицинский университет Минздрава  
РФ Санкт-Петербург, Россия  
[dvasilyev@bk.ru](mailto:dvasilyev@bk.ru)*

## **ПРЕНАТАЛЬНАЯ ГИПОКСИЯ ПОДАВЛЯЕТ ПРОЛИФЕРАЦИЮ И НАРУШАЕТ МИГРАЦИЮ КЛЕТОК В РАЗЛИЧНЫХ ОТДЕЛАХ КОНЕЧНОГО МОЗГА КРЫС**

Формирование отделов мозга крыс в эмбриогенезе характеризуется сходными закономерностями развития и гетерохронностью образования различных клеточных популяций [1]. На E14 у крыс происходит максимальная пролиферация предшественников проекционных нейронов в новой коре и базальных ганглиях мозга, в то время как в более поздний период (E18) в этих отделах формируются преимущественно будущие интернейроны. Также на E18 начинается закладка гиппокампа. Проведённое нами мечение 3'-этинил-5-дезоксипурином нейробластов, образующихся в момент действия пренатальной гипоксии (7% O<sub>2</sub>, 3 ч) проводимой на разных этапах эмбрионального развития, показало, что гипоксия на E14 нарушает образование и миграцию нейробластов в V-VI слои кортикальной пластинки, при этом подавляется генерация гигантских проекционных нейронов в дорсолатеральном стриатуме и в бледном шаре, а также клеток гипоталамуса. Гипоксия в более поздний период (E18) нарушает процесс образования пирамидных нейронов гиппокампа, клеток коры, осуществляющих кортико-кортикальные связи (пирамидные нейроны II-III слоёв), средних и малых нейронов стриатума. Полученные результаты указывают на то, что действие неблагоприятного фактора на формирование нервной системы в определённые сроки эмбриогенеза может вызывать изменение клеточного состава ткани различных отделов головного мозга в ходе постнатального развития. Избирательность действия пренатальной гипоксии на различные клеточные популяции обусловлена временем гипоксического воздействия в эмбриогенезе [2].

Поддержано Программой «Фундаментальные науки — медицине», РФФИ 12-04-32281, 13-04-00388.

### ***Литература***

[1] P. Rakic Science, 241, 170-6 (1988)

[2] Васильев Д.С., Туманова Н.Л., Журавин И.А. Ж. эвол. биохим. и физиол, 44, 258-266 (2008)

УДК 576.7

**П.А. Зыкин**

*Санкт-Петербургский государственный университет, биологический факультет, Санкт-Петербург, Россия*  
[pavel.zykin@gmail.com](mailto:pavel.zykin@gmail.com)

## **МЕТОД МАЛДИ ВИЗУАЛИЗАЦИИ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБРАЗЦОВ — «МОЛЕКУЛЯРНАЯ ГИСТОЛОГИЯ»**

Современные гистологические иммуногистохимические методы с использованием микроскопии позволяют выявить одновременное пространственное распределение нескольких заранее известных биомаркеров. Однако исследуемые белки должны быть известны априори и для них должны быть выработаны соответствующие антитела. С другой стороны, современные методы молекулярной биологии позволяют одновременно выделять из пробы большое количество биомаркеров, провести их идентификацию и количественный анализ. Вместе с тем, для многих исследований требуется охарактеризовать пространственное распределение большого количества неизвестных априори биомаркеров.

В прошлом десятилетии появился метод MALDI молекулярной визуализации, который сразу был окрещён методом «молекулярной гистологии» [1]. Суть метода заключается в последовательном получении массовых спектров для каждой точки специально подготовленного гистологического препарата. Спектрограмма отражает большой набор присутствующих в данной точке биомаркеров, что позволяет количественно оценить их распределение. Последние методические достижения позволяют в некоторых случаях проводить идентификацию белков прямо на препарате [3], исследовать архивные препараты заключённые в парафин, с идентификацией выявленных биомаркеров [2]. Эти достижения открывают широкие перспективы для работы с уникальным архивным паталогоанатомическим материалом.

### ***Литература***

- [1] Caldwell R.L., Caprioli R.M., "Tissue profiling by mass spectrometry: a review of methodology and applications", *Molecular & Cellular Proteomics* 2005, 4 (4), 394 — 401.
- [2] Casadonte R., Caprioli R.M. "Proteomic analysis of formalin - fixed paraffin embedded tissue by MALDI imaging mass spectrometry", *Nat. Protocols* 2011, 6(11), 1695 - 1709.
- [3] Gustafsson O.J.R., Eddes, J.S., Meding, S., McColl, S.R., Oehler, M.K., Hoffmann, P. "Matrix - assisted laser desorption/ionization imaging protocol for in-situ characterization of tryptic peptide identity and distribution in formalin-fixed tissue", *Rapid Com Mass Spector* 2013, 27: 655–670.

**P.E. Chetverikov<sup>1</sup>, C. Craemer<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Saint-Petersburg State University, Faculty of Biology, Saint-Petersburg, Russia*

<sup>2</sup>*ARC–Plant Protection Research Institute, P/Bag X134, Pretoria Queenswood, 0121 South Africa*

[p.chetverikov@bio.spbu.ru](mailto:p.chetverikov@bio.spbu.ru)

## **APPLICATION OF CONFOCAL LASER SCANNING MICROSCOPY (CLSM) FOR THE STUDY OF SLIDEMOUNTED MICROARTHROPODS AND AMBER INCLUSIONS**

The exoskeletons of arthropods exhibit a very strong autofluorescence signal, which makes them highly suitable for CLSM without additional staining with fluorochromes. An important advantage of CLSM is that it enables surface reconstructions of the samples embedded in permanent slides from collections, including rare and/or old type slides [1]. The internal cuticular structures (*e.g.* apodemes) as well as exoskeletons of various microarthropods, including those embedded in ancient amber, can be successfully studied using CLSM techniques [2]. Two dimensional and 3D images created in specialized programs (*e.g.* ImageJ, Imaris® or Amira®) are highly useful for better understanding the shapes of different complex structures. The averaged morphometrics (mostly lengths and angles) extracted from CLSM images can be used for 3D modeling in programs like those used by designers or architects. SketchUp is one of the easiest and most intuitive programs for 3D-modeling. We use SketchUp for modeling the internal genitalia of phytoptids (Acari, Eriophyoidea) to represent our understanding of the internal genitalic topography of these mites revealed via CLSM observations. We recommend this promising tool for further comparative analyses of the reproductive systems, and other internal systems, of eriophyoid mites. Such studies will enable acarologists to discover the intimate details of the different types of internal genitalia evolved in the different phylogenetic lineages in the course of evolution of Eriophyoidea.

### ***References***

- [1] Chetverikov P.E. (2012). Confocal laser scanning microscopy technique for the study of internal genitalia and external morphology of eriophyoid mites (Acari: Eriophyoidea). *Zootaxa*, 3453, 56-68.
- [2] Kirejtshuk A.G., Chetverikov P.E., & Azar D. (2014). Libanopsinae, new subfamily of the family Sphindidae (Coleoptera, Cucujoidea) from Lower Cretaceous Lebanese amber, with remarks on using confocal microscopy for the study of amber inclusions. *Cretaceous Research*.

УДК 595.429.2

**C. Craemer<sup>1</sup>, P.E. Chetverikov<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*ARC–Plant Protection Research Institute, P/Bag X134, Pretoria Queenswood, 0121 South Africa*

<sup>2</sup>*Saint-Petersburg State University, Faculty of Biology, Saint-Petersburg, Russia*  
[c.craemer@arc.agric.za](mailto:c.craemer@arc.agric.za) and [p.chetverikov@bio.spbu.ru](mailto:p.chetverikov@bio.spbu.ru)

**LOW TEMPERATURE SCANNING ELECTRON MICROSCOPY (LTSEM) USED TO CAPTURE NEW STRUCTURES AND IMPROVE MORPHOLOGICAL DESCRIPTION OF ERIOPHYOID MITES (ACARI: ERIOPHYOIDEA)**

Light microscopy of cleared, slide-mounted specimens are almost exclusively used for studying the morphology for taxonomy of minute eriophyoid mites. However, artifacts and distortion are caused by slide-mounting and resolution of detailed morphology is inefficient. These problems may be detrimental to studies of their taxonomy. Scanning electron microscopy (SEM) has been used sporadically since 1968 to supplement conventional descriptions of eriophyoid mites. Such work has not been focused on studying the morphology apart from information obtained with slide-mounted specimens. We used two SEM techniques for studying the external morphology of eriophyoid mites: (1) low temperature SEM (LTSEM) with a cryo-fixation preparation technique, sputter-coating with gold and observation with a conventional JEOL JSM 840 SEM with a cryo-stage at 5 kV or with 2 kV to prolong viewing time; and (2) live mites directly sputter-coated with platinum, observed with a conventional Quanta 250 SEM at 15 kV. Useful morphological data were obtained by both methods. However, with the LTSEM method, the frozen specimens remained turgid and the natural shape and position of structures of the mites were largely unaltered. However, LTSEM using a field emission SEM would yield higher resolution at low kV. We discovered, for example, new morphological structures on the basal gnathosoma. The studies also elucidated functional morphology. Further, discrepancies between species descriptions from slide-mounted specimens and the SEM images were found. This included, body form, interpretation of structures and the presence of secretions. We suggest that SEM, especially LTSEM, can indisputably contribute towards improving the systematic study of eriophyoid mites and remains underutilized.

## «Новые инструментальные методы в материаловедении, исследование наноструктур»

УДК 535.3, 535.4, 535-4, 53.043

М.В.Балабас, Е.А.Ефремова, А.Ю.Иванов, И.Р.Крылов\*,  
Е.Б.Пелюхова, Ю.В.Петров, О.Ю.Третьяк, А.А.Шимко  
Санкт-Петербургский государственный университет, физический ф-т,  
Россия

\* i.r.krylov@gmail.com

### ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МЕТАМАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ ДВУМЕРНОГО ПЕРИОДИЧЕСКОГО МАССИВА ЗОЛОТЫХ V-ОБРАЗНЫХ НАНОАНТЕНН.

Исследованы оптические свойства композитного материала, представляющего собой периодический (с периодом  $\Gamma$ ) массив золотых нанополос, нанесенных на кремневую подложку (рис.1) [1,2]. В эксперименте измерялись углы отклонения и поляризационные характеристики прошедшего и отраженного излучения при облучении образцов линейно поляризованной электромагнитной волной ближнего ИК диапазона ( $\lambda = 1100-1500\text{нм}$ ). Экспериментально подтверждено, что изучаемый материал работает как «левая среда»:

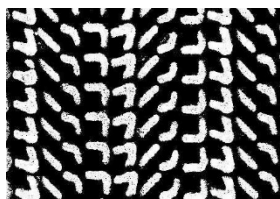


Рис. 2

аномальные отраженные и преломленные волны лежат по ту же сторону от нормали к поверхности раздела, что и падающий луч. Предложенная нами модель работы структуры как дифракционной решетки [2] предсказывает появление аномальных волн нескольких порядков дифракции, которые и наблюдались в эксперименте; волны, отвечающие дифракционным максимумам первого порядка, имеют поляризацию, ортогональную падающей волне. На рис.2 приведены графики расчета угловых положений  $\beta_{1,2}$  дифракционных максимумов первого и второго порядков для решетки периодом  $\Gamma = 2160\text{нм}$  при длине волны  $\lambda = 1100\text{нм}$ . Углы отклонения лучей (ось ординат) отсчитываются от прошедшего через образец луча, направленного под углом  $\alpha_0$  к нормали (ось абсцисс). Черными точками отмечены результаты эксперимента для  $\alpha_0 = 14.5^\circ$ .

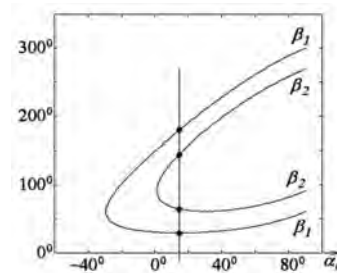


Рис. 1

Исследуемые образцы изготовлены в Междисциплинарном Ресурсном центре по направлению «Нанотехнология» СПбГУ. Измерения проведены на оборудовании ресурсного центра СПбГУ «Оптические и лазерные методы исследования вещества».

***Литература***

[1] Nanfang Yu. et al. // *Science*, 2011. V.334. P333-337.

[2] I.R. Krylov et. al. // *Petergof Workshop on Laser Physics*, 21<sup>th</sup>-25<sup>th</sup> of April 2014

**А.А. Егоров**

Чувашский государственный университет им. Ульянова, студент 1 курса факультета радиоэлектроники и автоматики, кафедра электроники и наноэлектроники, г. Чебоксары, Россия

Научный руководитель: Смирнов Александр Вячеславович.

м.н.с., аспирант факультета прикладной математики, физики и информационных технологий Чувашского государственного университета имени И.Н. Ульянова

[anton9696@inbox.ru](mailto:anton9696@inbox.ru)

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРЕХОДОВ НА ОСНОВЕ МЕТАЛЛОУГЛЕРОДНОГО МАТЕРИАЛА И МОНОКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО КРЕМНИЯ

**Целью работы** являлось исследование переходов на основе металлоуглеродного материала и монокристаллического кремния, а также исследование вольтамперных характеристик барьера Шоттки на основе тонкопленочной структуры n-Si/Ag и полупроводниковых устройств.

**Задачей исследования** являлись: изучить методику измерения вольтамперных характеристик материалов и вычисление параметров исследуемых полупроводниковых устройств, тонкопленочной структуры металл-кремний и фоточувствительного металлоуглеродного материала, а также вычислить высоту потенциальных барьеров на контактах n-Si+Ag и n-Si+Ag+ЛЦУ

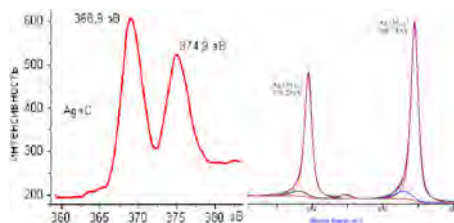


Рисунок 1. Анализ состава интеркалированной серебром пленки ЛЦУ методом РФЭС

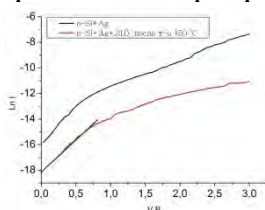


Рисунок 2. Вычисление высоты потенциальных барьеров по графику.

### Результаты

Изучен новый материал, обнаружено хим. взаимодействие серебра с карбином. Измерения показали, что n-Si/Ag+ЛЦУ больше проводит ток, следовательно, у него лучше отношение фототока к темновому току. Контакт металлоуглерод- кремний (n-Si/Ag-ЛЦУ) может быть использован при создании фоточувствительных устройств (фоторезистор, фотодиод и



т.д.). Он обладает хорошими выпрямляющими характеристиками, и показал фотоактивные свойства.

### ***Литература***

- [1] Гершунский Б. С. Основы электроники и микроэлектроники. - К.: Вища школа. 1989. - 423 с.
- [2] Опадчий Ю.Ф. и др. Аналоговая и цифровая электроника: Учебник для вузов / Ю.Ф.Опадчий, О.П.Глудкин, А.И.Гуров; Под.ред. О.П.Глудкина. М.: Горячая Линия — Телеком, 2002. — 768 с.
- [3] Кочаков В.Д., Новиков Н.Д. Способ получения углеродного наноматериала, содержащего металл. Патент на изобретение RU 2360036 22.10.2007
- [4] Васильев А.И., Кочаков В.Д. Влияние отжига на физические свойства металлоуглеродных пленок. Вестник Чувашского университета. 2011. № 3. С. 189-192.
- [5] Кочаков В.Д., Новиков Н.Д. Интеркалирование серебра в пленку линейно-цепочечного углерода Вестник Чувашского университета. 2007. № 2. С. 20-25.

**Kupriyanova G.<sup>1</sup>, Rodionova V.<sup>1,2</sup>, Chechenin N.<sup>3</sup>, Dzhun I.<sup>3</sup>, Ay F.<sup>4</sup>,  
Rameev B.<sup>4,5</sup>**

<sup>1</sup>*Immanuel Kant Baltic Federal University, 236041 Kaliningrad, Russia*

<sup>2</sup>*National University of Science and Technology "MIS&S", Moscow 119049, Russia*

<sup>3</sup>*Skobeltsyn Institute of Nuclear Physics, Lomonosov Moscow State University, 119991  
Moscow, Russia*

<sup>4</sup>*Department of Physics, Gebze Institute of Technology 41400 Gebze-Kocaeli/Turkey*

<sup>5</sup>*Kazan Physical Technical Institute, 420029 Kazan, Russian Federation*

[galkupr@yandex.ru](mailto:galkupr@yandex.ru)

## **TEMPERATURE DEPENDENCE OF MAGNETIC PROPERTIES OF NiFe/Cu/NiFe/IrMn AND NiFe/IrMn THIN FILMS STRUCTURE**

Ferromagnetic (FM)/nonmagnetic (NM)/FM multilayers and ferromagnetic/antiferromagnetic (AFM) bilayers have been intensively studied because of physical interest and important applications, which use the giant magnetoresistance (GMR) effect of FM/NM/FM multilayers and exchange bias effect of FM/AFM bilayers [1-3]. We have investigated two types of thin film structures: NiFe/IrMn bi-layers and NiFe/Cu/NiFe/IrMn spin-valves. The thickness of anti-ferromagnetic layer is the same for all samples and equals 15 nm. The thicknesses of the Cu and NiFe layers are from 2 nm to 10 nm and from 5 to 15 nm, respectively. The samples were prepared by DC magnetron sputtering using a magnetron system ATC ORION-5 produced by AJA INTERNATIONAL, at  $3 \times 10^{-3}$  Torr argon pressure during the deposition with  $10^{-6}$  Torr base pressure. The compositions of the IrMn and NiFe targets were checked by the Rutherford backscattering and the X-ray energy dispersive analysis. The compositions of the targets are Ni<sub>65</sub>Fe<sub>35</sub> and Ir<sub>29</sub>Mn<sub>71</sub>. The deposition times and rates for the layers were preset basing on dummy calibrating samples thicknesses measured by the Rutherford backscattering technique. The magnetic field of 400 Oe was applied in the sample plane during the deposition to induce the uniaxial anisotropy. The magnetic properties of the samples were studied by using two systems: Lake Shore Vibrating Sample Magnetometer (System 7404) in a temperature range of 100-450 K and in magnetic fields up to 12 kOe and Quantum Design Physical Property Measurement System (PPMS) with the 9T superconducting solenoid and EverCool system. The hysteresis loops and temperature dependence of the magnetization, coercive fields were investigated in the temperature range of 10-400K. Anisotropic properties, exchange interaction between AFM and FM layers have been studied by ferromagnetic resonance. It was found that the effect of exchange bias in NiFe/Cu/NiFe/IrMn depends on the temperature with a noticeable increase below 70 - 80 K. The factors affecting the temperature dependence of the exchange bias in two and three layer structures are considered. The conditions of the functionality of the spin gate for

AFM/FM/NM/FM structures and its temperature dependence were obtained on the basis of proposals for structural stability both in a magnetic field, and without it.

### ***References***

- [1] A.E. Berkowitz, K. Takano, J. Magn. Magn. Mater. 200 (1999) 552.
- [2] M. Ali, C.H. Marrow, B.J. Hickey, Phys. Rev. B 67 (2003) 172405.
- [3] R.D. McMichael, M.D. Stiles, P.J. Chen, W.F. Egelhoff, Phys. Rev. B 58 (1998) 8605.

УДК 538.91

**С.Л. Коваленко, Б.В. Андриюшечкин, Т.В. Павлова, К.Н. Ельцов**  
*Институт общей физики им. А.М. Прохорова РАН, Москва, Россия*  
[eltsov@kapella.gpi.ru](mailto:eltsov@kapella.gpi.ru)

## **СТМ-ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ РОСТА МОНОСЛОЯ ГРАФЕНА И ИНТЕРКАЛЯЦИИ ЗОЛОТОМ НА ПОВЕРХНОСТИ Ni(111)**

В настоящее время перед научным сообществом стоит задача создания технологии синтеза графеновых слоев на поверхности твердого тела. Перспективными считаются два процесса: высокотемпературный отжиг гексагонального карбида кремния и метод химического осаждения из газовой фазы на поверхность ряда металлов (Ni, Ru, Re, etc.). Проведенные к настоящему моменту исследования данных методов синтеза (см. [1,2]) показывают, что есть серьезные проблемы в получении монокристаллов графена достаточно большого размера (1 мм и более), и основные характеристики, такие как подвижность носителей заряда или линейность дисперсионной кривой в К-точке, существенно уступают образцам графена, отщепленным от графита ( $10^4$  и  $2 \times 10^5$  см<sup>2</sup>/Вс, соответственно). Наиболее привлекательной системой представляется графен на поверхности Ni(111), «отщепленный» от подложки монослоем золота, но применяемый метод химического осаждения из газовой фазы оказался достаточно грубым в силу высоких температур осаждения (450-600 С) и довольно сложной химии поверхности — происходит образование поверхностного карбида никеля Ni<sub>2</sub>C, обладающего несоразмерной решеткой, что формирует домены графена, развернутые относительно решетки Ni(111) [3]. Разработанный нами метод программируемого температурного синтеза графена на поверхности Ni(111) снимает все указанные проблемы. Суть метода состоит в аккумуляции атомов углерода под поверхностью никеля при комнатной температуре (без проникновения в объем образца) и последующей сегрегации углерода на поверхность никеля и эпитаксиального роста графена при нагреве. На каждом этапе процесса возможен полный контроль путем варьирования температурой и дозой адсорбата (пропилена). В результате удалось создать монокристалл графена большой площади (5x5 мм), который в результате последующей интеркаляции золота демонстрирует идеальную линейную дисперсию (конус Дирака) в К-точке зоны Бриллюэна.

### *Литература*

- [1] M. Batzil. Surface Science Reports 67, 83, (2012).
- [2] K. S. Novoselov, V. I. Falko, L. Colombo, et.al.. Nature, 490, 192, (2012).
- [3] P. Jacobson, B. Stoger, A. Garhofer, et al. ASC Nano 6, 3564, (2012).

УДК 543.068.8

**Б.К. Зуев, М.Ю. Воробьёва, И.В. Роговая, С.В. Моржухина**  
*ГБОУ ВПО Московской области международный университет природы, общества и человека «Дубна», факультет естественных и инженерных наук, Дубна, Россия*  
[vmu.chemist@mail.ru](mailto:vmu.chemist@mail.ru)

## **ОКСИТЕРМОГРАФИЯ ИЗУЧЕНИЯ ПОРИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ**

При исследовании различных характеристик пористых материалов наиболее важным является определение их сорбционной емкости. Как правило, большинство способов в химии являются трудоёмкими и дорогостоящими.

Метод окситермографии является принципиально новым подходом в решении данной задачи [1]. Предлагаемый метод основан на предварительном насыщении кислородом гранулы сорбента в контролируемой газовой среде и определении количества кислорода, выделяющегося при десорбции из гранулы сорбента в результате температурного нагрева в потоке чистого инертного газа (аргона) при быстром введении образца в заданную температурную зону. Для реализации эксперимента в качестве исследования пористых материалов были взяты цеолиты типа NaA. В результате исследования была изучена кинетика десорбции кислорода с поверхности цеолитов. Полученные результаты хорошо согласуются с данными, полученными другими исследователями методом БЭТ (Брунауэра, Эммета и Тейлора) [2].

### ***Литература***

- [1] Зуев Б.К. Способ окситермографии Патент № 2411509 Приоритет 15.01. 2010.  
[2] Герг С., Синг К. Адсорбция, удельная поверхность, пористость. — М.: Мир, 1984, 306 с.

**И.С. Меренков, Ю.М. Румянцев, М.Л. Косинова**

*Институт неорганической химии им. А.В. Николаева СО РАН, Новосибирск, Россия*  
[merenkov@niic.nsc.ru](mailto:merenkov@niic.nsc.ru)

## **БОРНИТРИДНЫЕ НАНОСТЕНКИ: PECVD СИНТЕЗ И СВОЙСТВА**

Нитрид бора (BN) — изоэлектронный и изоструктурный аналог углерода, который может быть получен в виде макроразмерных и нано структур. К последним относятся, например, нанотрубки, монослои, волокна и т.д.. Несмотря на сходство BN с углеродом, первый имеет ряд преимуществ, таких как высокая термическая и химическая стабильность и большая механическая прочность. Благодаря вариации образующихся наноструктур и уникальному набору физико-химических свойств, h-BN привлекает пристальное внимание исследователей. Однако, некоторые наноструктуры, хорошо известные для углерода, для BN были получены только несколько лет назад. К такому типу структур относятся наностенки, которые представляют собой нанокристаллические образования перпендикулярные к подложке. Синтез подобного рода структур проводится в процессах химического осаждения из газовой фазы (CVD) при  $T > 1000^\circ\text{C}$  из газовых смесей агрессивных и токсичных соединений, таких как галогениды бора и аммиак.

В настоящей работе нанокристаллические пленки h-BN (100-400 нм) на подложках Si(100) были получены методом CVD из боразина  $\text{B}_3\text{N}_3\text{H}_6$  в диапазоне температур  $300\text{-}700^\circ\text{C}$  при пониженном давлении ( $2 \times 10^{-2}$  Торр) с использованием активации газовой фазы плазмой ВЧ-разряда. Согласно данным ВИМС и ЭДС, пленки состоят из бора и азота в соотношении 1:1, концентрация этих элементов остается постоянной по всему объему пленки и не зависит от температуры синтеза в указанном интервале. ИК-спектры пленок имеют вид, характерный для спектров h-BN, с полосами поглощения при 800 и  $1400\text{ см}^{-1}$ . Также обнаружено, что пленки, полученные до  $500^\circ\text{C}$ , содержат в своем составе водородсодержащие связи, количество которых с ростом температуры синтеза снижается. По данным ВРПЭМ и РФА полученные пленки являются смесью двух фаз: нанокристаллической, которая образует перпендикулярные к подложке структуры (наностенки), и аморфной, заполняющей пространство между стенками. Методом спектрофотометрии показано, что пленки имеют пик поглощения в УФ области спектра до 250 нм. В диапазоне 250-3200 нм пленки h-BN обладают высокой прозрачностью.

*Работа выполнена в рамках проекта № 3 программы №8 Президиума РАН.*

УДК 541.138:541.73

**С.Н. Елисеева, А.О. Нижегородова, Р.В. Апраксин, Е.Г. Толстопятова,  
В.В. Кондратьев**

*Институт Химии, Санкт-Петербургский государственный Университет  
198504 Санкт-Петербург, Петродворец, Университетский пр., 26  
[vkondratiev@mail.ru](mailto:vkondratiev@mail.ru)*

## **ИССЛЕДОВАНИЕ НОВЫХ МЕТОДОВ СИНТЕЗА И ЭНЕРГОЗАПАСАЮЩИХ СВОЙСТВ ГИБРИДНЫХ МАТЕРИАЛОВ PEDOT/MnO<sub>2</sub>**

Быстрый рост портативных электронных устройств, электрических и гибридных средств транспорта стимулировал в последние годы разработки новых энергозапасующих материалов, в том числе, перезаряжаемых материалов для суперконденсаторов. В частности, диоксид марганца в сочетании с проводящим полимером поли-3,4-этилендиокситиофеном (PEDOT) привлекает интерес как недорогой материалс высокой удельной емкостью и эффективным запасанием электрической энергии.

В настоящей работе разработаны эффективные методы синтеза композиционного материала PEDOT/MnO<sub>2</sub> со слоистым или равномерно-объемным распределением частиц оксида марганца в полимерной матрице. Морфология высокодисперсного оксида марганца на поверхности PEDOT характеризовалась методом сканирующей электронной микроскопии. Для идентификации валентных состояний марганца при различных степенях окисления композита была использована XPS спектроскопия. Электрохимические свойства композитов изучали методами циклической вольтамперометрии, гальваностатических заряд-разрядных кривых и спектроскопии электрохимического импеданса. Полученные результаты показывают, что диспергирование MnO<sub>2</sub> в полимерной матрице PEDOT приводит к значительному снижению внутреннего сопротивления материалаи повышению емкостных характеристик электродов. Рассчитаны значения удельной емкости, отнесенные к общей массе композитных материалов и массе отдельных активных компонентов (PEDOT и MnO<sub>2</sub>), Они оказались равными 60-80Ф/г для полимерного материала (PEDOT) и 270-330Ф/г для слоев MnO<sub>2</sub>. Емкостные параметры композитов с различным соотношением между слоями PEDOT и MnO<sub>2</sub> были систематически исследованы и проанализированы.

Авторы выражают благодарность коллегам из центра Междисциплинарного ресурсного центра нанотехнологий и Ресурсного центра «Физические методы исследования поверхности» СПбГУ. Работа поддержана Российским фондом фундаментальных исследований (грант №13-03-00894 и № 14-29-04043).

**O. Yu. Tretiak<sup>1\*</sup>, P. K. Olshi<sup>2</sup>, M.V. Balabas<sup>1</sup>**

*Physical faculty, Saint-Petersburg State University*

*Resource Center "Optical and laser methods of material research", Saint-Petersburg State University*

*\*[otretiak@genphys.ru](mailto:otretiak@genphys.ru)*

## **INVESTIGATION OF ALKANE- ALKENE- AND NONADECILBENZEN- BASED ANTI-RELAXATION COATING BY RAMAN SPECTROSCOPY METHOD**

Anti-relaxation coatings of inner surface of alkali vapor metal cells are used in experiments of quantum optics, magnetometry and frequencies standards. They increase significantly relaxation time of ground state spin polarization due to atoms–wall collisions.

Traditionally materials for anti-relaxation coating are mixture of alkanes (paraffines) [1] because of its chemical inertness to alkali metal atomic vapor. Characteristic relaxation time for alkane-based coated cells is no much then several seconds [1]. Big success was achieved in application of unsaturated hydrocarbons as antirelaxation coating materials - the longest relaxation time (up to 70 s) was demonstrated using alkene-based anti-relaxation coatings [2]. Obviously alkali metal atoms strongly interact with alkenes, and the product of the interaction is highly inert to alkali metal atoms vapor.

The goal of the presented research was to get an information on the product of the reaction.

As it was demonstrated in paper [3] alkali metal atoms are irreversible absorbed by the coating. Intrinsic feature of the coated cell is permanent absorption of alkali metal atoms by the cell coating. The absorption process is most intensive just after the coated cell preparation. The coating must be considerably saturated by metal atoms before the atomic vapor concentration in the cell become comparable with saturated vapor of the atoms.

The results of investigation of pure and alkali metal exposed coatings material by Raman spectroscopy method are presented at this paper. This method was chosen because its high sensitivity to chemical structure of material under investigation combining with high optical transparency of Pyrex type glass to pumping light used in Raman spectrometer.

Keywords - alkene Raman spectroscopy; spin relaxation; surface physics; alkali metal atoms; adsorption; optical pumping.

### **EXPERIMENT DESCRIPTION**

Three type of anti-relaxation coating were studied: alkane-, alkene- and nonadecylbenzene- based. The Raman spectra of pure coatings material in the air (pic. 1d) and of coatings inside of real experimental Cesium vapor cell (pic. 1c) were obtained for alkane and nonadecylbenzen.



Special samples for pure and Cesium exposed alkene in vacuum were made. For these samples and standard alkene-coated cell Raman spectra were measured.

Express-Raman spectrometer SENTERRA (Bruker) and its standard pumping laser 785nm (100 mW) with automatic fluorescence rejection were used. Also spectra with 532nm (20mW) pumping and without fluorescence rejection were checked. Spectral range of all recorded the Raman spectra is 100-3500  $\text{cm}^{-1}$ , spectral resolution is better than 3  $\text{cm}^{-1}$ . We try to use the similar as possible condition for spectra recording for all samples.

Three type anti-relaxation coating were studied (Fig 1).

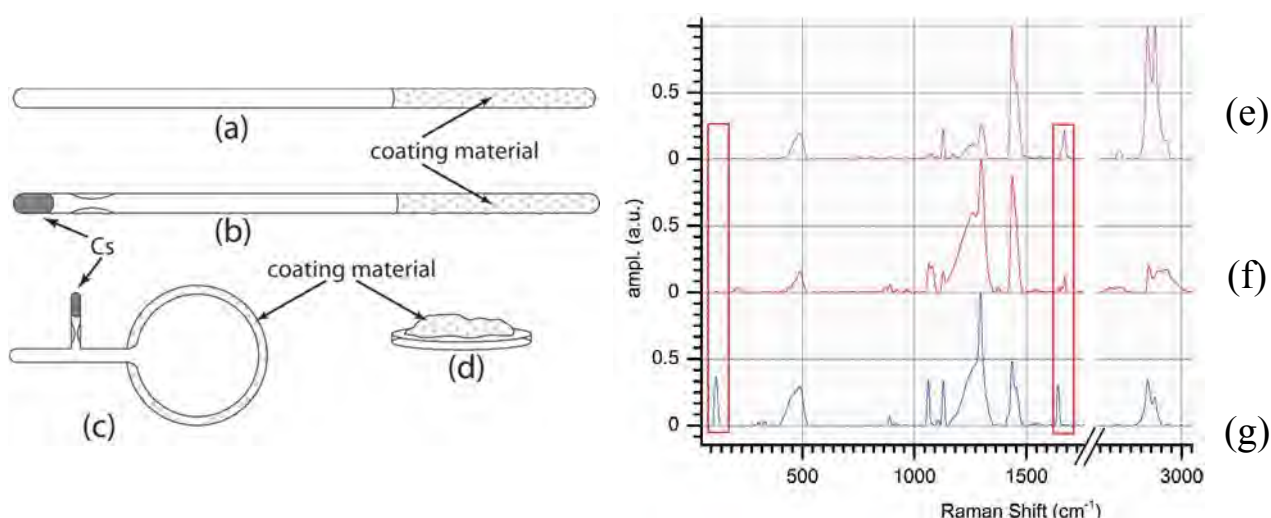
1. Alkene-based anti-relaxation coating material in tubes with (1b) and without (1a) Cesium, standard Potassium cell and pure material on air (1d).

2. Alkane anti-relaxation coating in standard Potassium cell (1c) and pure alkane on air (1d).

3. Nonadecylbenzene anti-relaxation coating in standard Cesium cell (1c), pure material on air (1d).

## EXPERIMENT RESULTS

Raman spectra of the alkene-based anti-relaxation coating material present on Fig. 1. The two upper spectra are squared different from from others. The samples where alkene don't interact with Cs or shortly Cs exposed (like bottom three spectra) have a strong peak at 112 $\text{cm}^{-1}$  and 1643  $\text{cm}^{-1}$ . In contrast, the samples where alkene has long exposure on Cs (like two upper spectra) have not peak at 112  $\text{cm}^{-1}$  and 1643  $\text{cm}^{-1}$  peak moved to 1673  $\text{cm}^{-1}$ . According to atlas [4] this changes corresponding to moving of double bounds from alpha position to center of molecule.



Tube with alkene (a), tube with alkene and Cs (b), standard spherical alkali-metal anti-relaxation coated cell (c), anti-relaxation coating material on air.

Raman spectra from: (e) — standard Cesium vapor cell with alkene anti-relaxation coated walls, (f) - vacuum tube with the coating material and Cesium vapor after heating at 80°C in during the month, (g) - the same immediately after preparing.

#### References

- [1] Balabas M. V. //Technical Physics. 2010. V. 55. №. 9. P. 1324-1329.
- [2] M. V. Balabas, T. Karaulanov et al. // Phys. Rev. Lett. 2010. V. 105, P. 070801
- [3] Balabas M. V., Tret'yak O. Y. //Technical Physics. 2012. V. 57. №. 9. P. 1257-1265.
- [4] Socrates G., Socrates G. Infrared and Raman characteristic group frequencies: tables and charts. — Chichester : Wiley, 2001. V. 245.

УДК 544.526.1

**А.В. Поволоцкий, Н.Л. Тоногина, Л.Л. Родина**

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный университет», институт химии, г. Санкт-Петербург, Россия*

[alexey.povolotskiy@spbu.ru](mailto:alexey.povolotskiy@spbu.ru)

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ РЕЛАКСАЦИИ ФОТО-ВОЗБУЖДЕННЫХ СОСТОЯНИЙ 4-ДИАЗО-2,2-ДИМЕТИЛ-5,5-ДИФЕНИЛТЕТРАГИДРОФУРАН-3-ОНА**

Диазосоединения хорошо известны в качестве светочувствительных материалов различного практического применения. Типичной реакцией диазокетонов при оптическом возбуждении является перегруппировка Вольфа, относящаяся к аниотропным или нуклеофильным перегруппировкам. Фотохимическую перегруппировку Вольфа часто используют в малотоннажном производстве биологически важных веществ, для внедрения фотоафинных меток при биохимических исследованиях, а также в лабораторном синтезе, в том числе в качестве элегантного варианта сужения цикла.

В данной работе проведено исследование кинетики накопления продуктов фотолиза и кинетики исчезновения исходного диазокетона. Возбуждение диазокетона осуществлялось при помощи непрерывного излучения с длинами волн 266, 327 и 405 нм, соответствующих резонансному поглощению. Показано, что при фотолизе диазокетона с возбуждением любой из трех выбранных длин волн образуется один и тот же набор продуктов: диазирин, гидразон и вторичный продукт перегруппировки Вольфа — ангидрид. Таким образом продемонстрировано, что фотохимические превращения идут через первое возбужденное синглетное состояние. Диазирин экспериментально обнаружен, выделен и охарактеризован впервые авторами данной работы. Показано, что диазирин не участвует в процессе перегруппировки Вольфа, которая протекает исключительно из возбужденных молекул диазокетона.

Для установления влияния сенсбилизации на фотолитические превращения был проведен фотолиз диазокетона на длине волны возбуждения 266 нм, с применением бензофенона в роли сенсбилизатора. Показано, что все остальные продукты, кроме гидразона и монокетона образуются из синглетных возбужденных состояний, что согласуется с полученными ранее данными фотолиза диазокетона при облучении светом широкого спектрального диапазона.

Работа выполнена с использованием оборудования ресурсного центра «Оптические и лазерные методы исследования вещества» СПбГУ.

**E. Samsonova<sup>1,\*</sup>, A.V. Popov<sup>1,2</sup>, A.S. Vanetsev<sup>1</sup>, K. Keevend<sup>1</sup>, I. Sildos<sup>1</sup>,  
A.V. Ryabova<sup>2,3</sup>, V.B. Loschenov<sup>2,3</sup>, Yu.V. Orlovskii<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> Institute of Physics, University of Tartu, Tartu, Estonia, <sup>2</sup> Prokhorov General Physics Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia, <sup>3</sup>JSC Biospec, Moscow, Russia

\* [elena.samsonova@ut.ee](mailto:elena.samsonova@ut.ee)

## **ENERGY TRANSFER PROBING FOR THE VERIFICATION OF THE SPATIAL POSITIONS OF –OH QUENCHERS IN THE Nd<sup>3+</sup>: KYF<sub>4</sub> NANOPARTICLES**

The number of publications devoted to new materials intended for biomedical applications is constantly increasing. Rare-earth doped luminescent crystalline nanoparticles are admitted to be a promising candidate for a wide range of such applications, including deep tumor imaging. It should be noted that imaging related applications impose additional requirements on the material, such as high biocompatibility, high dispersibility in water and high luminescence intensity and quantum yield in the near-infrared region under near-infrared excitation. Nd<sup>3+</sup> doped KYF<sub>4</sub> nanoparticles synthesized by the microwave-hydrothermal technique meet all the requirements; however, the nanoparticles synthesized in aqueous media normally contain a large number of –OH quenchers, which negatively affect the luminescent properties.

In the framework of this work we synthesized highly dispersible Nd<sup>3+</sup>:KYF<sub>4</sub> nanoparticles and studied their luminescent properties. The 30-40 nm particles were obtained by means of microwave-hydrothermal technique using a biocompatible surfactant Emuksol-268. Although time-resolved fluorescent spectroscopy shows high emission intensity, the kinetic spectroscopy reveals the significant level of fluorescent quenching, presumably due to high concentration of –OH quenchers [1]. By means of so-called energy transfer probe [2] we show that the quenchers are distributed in the volume of the material rather than on its surface. We assume that the quenchers are located in the mesopores formed during crystallization in the hydrothermal conditions.

The research is supported by the European Social Fund (Grants #MTT50 and MJD167).

### **References**

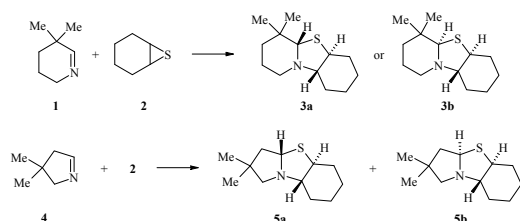
- [1] A.V. Popov, Yu.V. Orlovskii, A.S. Vanetsev, O.M. Gaitko, E.O. Orlovskaya, I. Sildos, *Journal of Luminescence* 145 (2014) 774–778.
- [2] Yu.V. Orlovskii, T.T. Basiev, E.V. Samsonova, N.A. Glushkov, S.V. Eliseeva, O.K. Alimov, A.Yu. Orlovskii, S.O. Klimonsky, *Journal of Luminescence* 131, 3 (2011) 449–452.

УДК 544.176.

**А.Ю. Иванов, В.В. Соколов**

Санкт-Петербургский государственный университет, Научный Парк, ресурсный центр «Магнитно-резонансные методы исследования» С.-Петербург, Россия; Санкт-Петербургский государственный университет, Институт химии С.-Петербург, Россия  
[alexander.ivanov@spbu.ru](mailto:alexander.ivanov@spbu.ru)

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЕЛЕКТИВНЫХ ОДНОМЕРНЫХ И ГИБРИДНЫХ ДВУМЕРНЫХ МЕТОДОВ СПЕКТРОСКОПИИ ЯМР ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОНФИГУРАЦИИ НЕКОТОРЫХ ТРИЦИКЛИЧЕСКИХ КОНДЕНСИРОВАННЫХ ПРОИЗВОДНЫХ ТИАЗОЛИДИНА С УЗЛОВЫМ АТОМОМ АЗОТА



Еще около 30 лет тому назад было установлено, что при взаимодействии иминов **1** и **4** с циклогексенсульфидом (**2**) образуются трициклические производные тиазолидина **3** и **5** [1].

Возможности имевшегося в то время оборудования не позволили экспериментально определить пространственное строение этих соединений. Поэтому, опираясь на представления о механизме присоединения, для продуктов была предложена конфигурация **3b** и **5b** соответственно.

С открытием ресурсного центра «Магнитно-резонансные методы исследования» Научного парка СПбГУ в нашем распоряжении появился более мощный арсенал инструментов, и мы вернулись к проблеме установления пространственного строения продуктов этих реакций. Использование целого комплекса таких методов, как 1D TOCSY, 1D NOESY, 2D HSQC-NOESY [2], 2D HSQC-TOCSY [3] позволило надёжно определить относительную конфигурацию стереогенных центров этих соединений, которая соответствует структурам **3a** и **5a** [4].

### Литература

- [1] А.А. Потехин, В.В. Соколов, К.А. Оглоблин, С.М. Есаков, ХГС, 776 (1983). [*Chem. Heterocycl. Compd.*, **19**, 622 (1983).]
- [2] R. Wagner, S. Berger, *Magn. Reson. Chem.*, **35**, 199 (1997).
- [3] T. J. Norwood, J. Boyd, J. E. Heritage, N. Soffe, I. D. Campbell, *J. Magn. Reson.*, **87**, 488 (1990).
- [4] V. V. Sokolov, A. Yu. Ivanov, M. S. Avdontseva, A. A. Zolotarev, *Chemistry of Heterocyclic Compounds*, **2014**, 4, 550.

**A.S. Kritchenkov**

*Saint Petersburg State University, Institute of Chemistry, Saint Petersburg,  
Russian Federation  
[platinist@mail.ru](mailto:platinist@mail.ru)*

## **NUCLEOPHILIC OXYGENATION OF PALLADIUM-BOUND ISOCYANIDE LIGANDS AS A ROUTE TO THE NEW HIGHLY EFFICIENT CATALYSTS FOR SONOGASHIRA REACTION**

Metal-mediated reaction between  $\text{PdCl}_2(\text{CNR})_2$  ( $\text{R} = \text{Xy}, \text{Cy}, t\text{Bu}, \text{C}_6\text{H}_3(\text{Cl}-2)\text{Me}-6$ ) and the *ketonitrones*  $\text{Ph}_2\text{C}=\text{N}(\text{O})\text{C}_6\text{H}_4\text{R}'$  ( $\text{R}' = \text{Me}, \text{Cl}$ ) proceeds as selective nucleophilic oxygenation and provides the imino-isocyanide complexes  $[\text{PdCl}_2\{\text{N}(\text{C}_6\text{H}_4\text{R}')=\text{CPh}_2\}(\text{CNR})]$  in excellent yields (90–94%), while the reaction of the  $[\text{PdCl}_2(\text{CNR})_2]$  complexes with *aldonitrones* proceeds as 1,3-dipolar cycloaddition.

The imino-isocyanide complexes were characterized by elemental analyses (C, H, N), high resolution ESI<sup>+</sup>-MS, IR, and <sup>1</sup>H and <sup>13</sup>C{<sup>1</sup>H} NMR spectroscopies, and also by X-ray diffraction. The catalytic activity study conducted for the complexes, taken as the catalysts in the Cu/phosphine-free Sonogashira reaction, was evaluated for a typical model system 4-methoxyiodobenzene/phenyl acetylene affording 1-methoxy-4-(phenylethynyl)benzene and the obtained data indicate that the imino-isocyanide complexes exhibit a high catalytic activity (yields up to 95%, TONs up to 9950) and these catalysts are among the best so far studied [1].

### **References**

[1] Kritchenkov A.S., Luzyanin K.V., Bokach N.A., Kuznetsov M.L., Gurzhiy V.V., Kukushkin V.Yu. **Organometallics**, 2013. DOI: 10.1021/om4000665

## **Стендовые доклады**

### **«Изучение структуры и свойств биомедицинских объектов современными инструментальными методами»**

**Ю.А. Калинина, Н.Н. Павличенко, Е.В. Канов, Д.Г. Полынцев**  
*ООО «Транс-Технологии», Санкт-Петербург, Россия*  
[utaminkina@alkorbio.ru](mailto:utaminkina@alkorbio.ru)

#### **ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ФУНКЦИИ МАКСИМАЛЬНОЙ ПРОЕКЦИИ ПРИ ПОДСЧЕТЕ КОЛИЧЕСТВА ЖИЗНЕСПОСОБНЫХ НЕЙРОНОВ В ГОЛОВНОМ МОЗГЕ**

Одним из важных методов в биологии является морфометрия, позволяющая снизить субъективность оценки данных и увеличивающая эффективность морфологического анализа. В большинстве случаев можно получить достоверные результаты при подсчетах количества интересующих структур или их площади, проводимых на оптическом срезе. Однако если изучаемые структуры распределены неоднородно, такой подход может привести к большому разбросу полученных данных, снижению точности статистического анализа. Использование функции максимальной проекции, когда уровни интенсивности отдельных пикселей на всех оптических срезах сводятся в одно двумерное изображение, позволяет уменьшить этот риск.

Целью настоящего исследования было сравнение двух методов подсчета жизнеспособных нейронов в пограничной зоне ишемического повреждения. Исследование проводили на десяти крысах Wistar-Kyoto, которым была проведена окклюзия среднемозговой артерии (ОСМА) без реперфузии. Анализ проводили через 10 дней после операции.

Количество нейронов измеряли на 60 мкм срезах головного мозга крысы, окрашенных моноклональными антителами против антигена NeuN (Chemikon США) с помощью лазерного сканирующего конфокального микроскопа Leica TCS SP5. Изучали область соматосенсорной коры S1-S2 на уровне -3,3 от брегма, граничившую с ишемическим повреждением. Регистрировали изображения в задаваемом диапазоне координат для Z оси 15 мкм с шагом 1 мкм. Морфологический анализ проводили либо на одном оптическом срезе, либо на максимальной проекции серии срезов, созданной в программе Las AF Lite (Leica). Подсчет клеток осуществляли в программе ImageJ (NIH, USA). Статистическую обработку данных осуществляли в программе PASW Statistics (ver. 18, IBM, USA).

*«Изучение структуры и свойств биомедицинских объектов современными инструментальными методами»*

При подсчете количества нейронов на максимальной проекции уменьшались среднеквадратичное отклонение выборки (88 по сравнению со 114,76 при подсчете на оптическом срезе) и ее асимметрия (0,55 и 1,44 соответственно).

Таким образом, при подсчете на максимальной проекции удалось более точно оценить среднее значение генеральной совокупности. Метод подсчета клеток в максимальной проекции срезов позволяет сделать оценку данных более точной, уменьшить вероятность статистических ошибок 1 и 2 рода.

Работа выполнена на базе ЦКП «Хромас», Санкт-Петербург, Россия



УДК 576.31

**Т.А. Ходюченко, Т.В. Куликова, А.В. Красикова**

*Санкт-Петербургский государственный университет, биологический факультет,  
Санкт-Петербург, Россия  
[alla.krasikova@gmail.com](mailto:alla.krasikova@gmail.com)*

## **ПРИМЕНЕНИЕ НИЗКОВОЛЬТНОЙ СКАНИРУЮЩЕЙ ЭЛЕКТРОННОЙ МИКРОСКОПИИ ДЛЯ АНАЛИЗА ПОВЕРХНОСТИ ВНУТРИЯДЕРНЫХ ТЕЛЕЦ ООЦИТОВ ПТИЦ И АМФИБИЙ**

Ядро эукариотической клетки представляет собой сложно организованную систему, занимающую ограниченный объем, в которой все процессы строго скоординированы. Высокая специфичность биологических процессов обеспечивается за счет компартментализации ядра и формирования специализированных доменов. Ядра растущих ооцитов амфибий и птиц, благодаря своим гигантским размерам, представляют собой удобные объекты для исследования особенностей внутриядерной компартментализации. Подробный молекулярный состав внутриядерных телец ооцитов амфибий и птиц охарактеризован с помощью иммунофлуоресцентного окрашивания и биохимических подходов, однако немного известно об особенностях ультратонкой структуры их поверхности и характере распределения в них основных компонентов.

Одним из методов, позволяющих получить данные о рельефе поверхности клеточных органелл, а также о структурном микроокружении макромолекулярных комплексов, является метод низковольтной сканирующей электронной микроскопии (СЭМ). Детальную информацию о распределении белковых комплексов можно получить с применением непрямого иммуномечения с использованием антител, конъюгированных с частицами коллоидного золота.

В представленной работе мы провели сравнительное исследование ультратонкой структуры поверхности телец, подобных тельцам Кахала, и центромерных белковых тел из ядер ооцитов голубя, а также телец гистонового локуса и амплифицированных ядрышек из ядер ооцитов африканской шпорцевой лягушки. Мы, в частности, проанализировали распределение маркерных компонентов (белка коилина и малых ядерных РНК) на поверхности экстрахромосомных внутриядерных телец ооцитов птиц и амфибий с высоким разрешением. Так, накапливающие белок коилин ядерные тельца ооцитов голубя и шпорцевой лягушки характеризуются различным рельефом поверхности и распределением на ней маркерных компонентов, детектируемых с помощью непрямого иммуномечения с ан-

*«Изучение структуры и свойств биомедицинских объектов современными инструментальными методами»*

тителами, конъюгированными с наночастицами. Таким образом, СЭМ в низковольтном режиме является высокоинформативным методом для изучения ультратонкой структуры поверхности ядерных телец и сравнительного анализа распределения поверхностных антигенов.

Работа выполнена при технической поддержке РЦ «Хромас» и МРЦ по направлению «Нанотехнологии» (Санкт-Петербургский государственный университет).

УДК 543.51:577.115

**И.А. Меркушева<sup>1,2</sup>, В.А. Утсаль<sup>1</sup>, Н.В. Луговкина<sup>1,2</sup>, И.А. Котряхов<sup>2</sup>,  
И.К. Журкович<sup>1</sup>, Б.Л. Мильман<sup>2</sup>**

*1. Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт токсикологии Федерального медико-биологического агентства», Санкт-Петербург, Россия*

*2. Федеральное государственное бюджетное учреждение «Научно-исследовательский институт экспериментальной медицины» Северо-Западного отделения Российской академии медицинских наук, Санкт-Петербург, Россия*

[ira.merkusheva@gmail.com](mailto:ira.merkusheva@gmail.com)

## **СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЛИПИДОВ ПЛАЗМЫ КРОВИ РАЗЛИЧНЫМИ МЕТОДАМИ МАСС-СПЕКТРОМЕТРИИ**

Липидомика, интенсивно развивающееся направление метабомики, описывает пространственные и временные изменения в составе и содержании липидов в живых организмах. Соответствующая информация необходима для понимания многих биохимических процессов и использования в клинической диагностике. Прогресс липидомики неразрывно связан с развитием аналитической масс-спектрометрии и хроматомасс-спектрометрии.

В представленной работе проведено исследование различных образцов плазмы крови человека тремя методами масс-спектрометрии с целью уточнения и сравнения возможностей каждого из них в определении детального состава липидов, главным образом, жирнокислотного состава. Методы представляют собой (1) газовую хроматографию — масс-спектрометрию (ГХ-МС), (2) масс-спектрометрию высокого разрешения с электрораспылением (ЭР-МС<sup>1</sup>) и (3) соответствующий вариант тандемной масс-спектрометрии (ЭР-МС<sup>2</sup>).

Для анализа методом ГХ-МС липидную фракцию плазмы подвергали дериватизации (метанолиз, силирование). Смесь анализируемых соединений преимущественно состояла из метиловых эфиров различных жирных кислот, прежде всего С16:0, С18:0, С18:2, С20:4, С18:1. Результаты анализа отражают брутто-состав суммы липидов.

При исследовании образцов методами ЭР-МС<sup>1</sup> и ЭР-МС<sup>2</sup> в основном обнаружены и идентифицированы интактные глицерофосфолипиды — лизофосфатидилхолины (главные компоненты LPC(16:0), LPC(18:0), LPC(18:2)) и фосфатидилхолины (PC(16:0/18:2), PC(16:0/18:1), PC(18:0/18:2) и др.). Точные измерения масс ионов позволили установить брутто-формулы этих соединений и формулы характеристичных фрагментных ионов. Идентифицированы также редко упоминаемые в научной литературе производные оксикислот LPC(h18:1), LPC(h18:2), PC(16:0/h20:2), PC(16:0/h20:3), PC(16:0/h20:4).

В докладе обсуждаются: фрагментация ионов фосфолипидов, использованная для установления их структур; степень сходства жирнокислотного состава, установленного разными методами; биохимическая и клинико-диагностическая значимость полученных результатов.

УДК 54.04

**Е.В. Успенская, Т.В. Плетенева, А.В. Сыроешкин, О.Ю. Зрелов**

*Российский Университет Дружбы народов, Москва, Россия*

*Институт прикладной геофизики, Москва, Россия*

[uspenskaya75@mail.ru](mailto:uspenskaya75@mail.ru)

## **КИНЕТИКА РАСТВОРЕНИЯ ЭНАНТИОМЕРОВ ВАЛИНА В ВОДЕ РАЗНОГО ИЗОТОПНОГО СОСТАВА МЕТОДОМ ЛАЗЕРНОЙ ДИФРАКЦИИ**

Эффективность действия хиральных лекарственных средств зависит как от стереоспецифичности клеточных мембран, так и растворимости, которая определяет скорость высвобождения действующего вещества из готовой лекарственной формы [1].

**Цель исследования:** сравнить кинетику растворения энантиомеров валина в водах с разным изотопным составом для разработки методики идентификации оптических изомеров.

**Материалы и методы исследования:** субстанции L- и D-валина; тяжелая вода D<sub>2</sub>O 99,9% (Sigma-Aldrich); вода, обедненная по дейтерию (DDW, D/H = 6 ppm, ЗАО «Легкая вода», Москва); высокоомная деионизированная вода («BD», D/H=140 ppm, 18МОм•см, система Milli-Q). Метод лазерной дифракции света (LALLS, Particlesizer “Malvern 3600 Ec”).

Различие растворимости энантиомеров валина фиксировали по снижению доли частиц дисперсной фазы субстанций с размером 104 мкм на размерных спектрах  $Nr_i = F(r, \text{мкм})$ . Растворимость в деионизированной воде завершается за 15 минут независимо от природы энантиомера. Растворимость L-изомера значительно ниже в D<sub>2</sub>O, D-валин в тяжелой и обедненной по дейтерию водах не растворяется полностью в течение получаса. Анализ интегральных показателей дисперсности свидетельствует о значительных изменениях во времени объемной концентрации ( $V_c$ ), удельной площади поверхности ( $S_{уд, м^2/см^3}$ ) частиц дисперсной фазы и затемнения ( $I$ ) в DDW и D<sub>2</sub>O. Для количественной характеристики растворимости L- и D-валина рассчитывали константу скорости растворения по тангенсу угла наклона прямой в полулогарифмических координатах  $lgI = F(t, \text{мин})$  (табл.).

Таблица. Константы скорости растворения энантиомеров валина

Вода разного изотопного состава	$k \cdot 10^2, \text{мин}^{-1}$	
	L-валин	D-валин
BD	3,4	4,0
DDW	5,0	2,0
D <sub>2</sub> O	0,2	0,5

**Выводы:** Различие в растворимости энантиомеров в водах разного изотопного состава может быть использовано для идентификации энантиомеров аминокислоты.

### **Литература**

[1]. Carroll J.D. Chirality, 2009, 21, 354.

УДК 615.076

**Е.Б. Люлина, О.В. Титорович, Т.В. Плетенева, Т.Е. Елизарова**  
Российский университет дружбы народов, медицинский факультет, г.  
Москва, Российская Федерация  
[lulina\\_evgenia@mail.ru](mailto:lulina_evgenia@mail.ru)

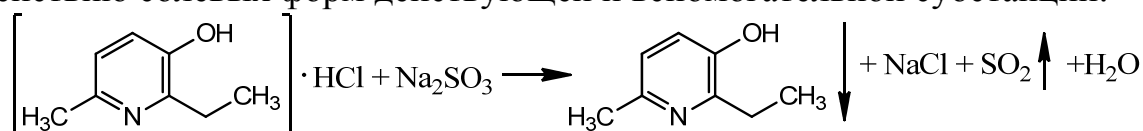
## ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ КОМПОНЕНТОВ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ

Вспомогательные вещества являются необходимыми компонентами готовых лекарственных форм, однако их нельзя рассматривать как инертные субстанции [1]. Это может быть продемонстрировано на биологических объектах разного иерархического уровня [2] и доказано с помощью инструментальных методов [3]. В препарат «Мексидол», раствор для инъекций, в качестве вспомогательного вещества вводят натрия сульфит.

**Цель работы:** методом термического анализа исследовать возможность взаимодействия компонентов лекарственного препарата «Мексидол».

**Материалы и методы:** субстанции метилэтилпиридинола-3 г/х («Бион») и натрия сульфит (Sigma-Aldrich); эквимольная смесь субстанций метилэтилпиридинола-3 г/х и натрия сульфита и та же смесь после растворения и выпаривания. Метод ДСК (DSC1, Mettler Toledo).

**Результаты и обсуждение:** Одновременное присутствие в растворе метилэтилпиридинола-3 гидрохлорида и натрия сульфита может приводить к взаимодействию солевых форм действующей и вспомогательной субстанций:



Действительно, при сравнении дифференциальных термограмм обнаружено, что смесь субстанций характеризуется поглощением теплоты при 217°C. Осадок после выпаривания плавится при более низкой температуре, что отражается на DSC-кривой изменением энтальпии при 171°C. Не вызывает сомнения, что эндотермические пики соответствуют двум разным соединениям: солевой форме основания и самому основанию — метилэтилпиридинолу-3. Таким образом, антиоксидантные свойства в готовой лекарственной форме обеспечивает не сульфит натрия, а продукт его взаимодействия с действующим веществом, т.е. диоксид серы SO<sub>2</sub>.

### Литература

- [1] А.И. Тенцова, О.И. Терешкина., И.П. Рудакова и др., Фармация 7, 3-6, (2012).
- [2] Т.Н. Бурдейная, О.Ю. Зрелов, Т.В. Максимова и др., Вестник РУДН. Серия: Медицина 2, 5-9 (2013).
- [3] G. Govindasamy, K. Krishnamoorthy, M. Rajappan, Int J Pharm Pharm Sci 5, 2 (2013).

УДК 615.076

**О.В. Титорович, Е. Б. Люлина, М.Н. Давыдова, Е.А. Берсенева,  
Т.В. Плетенева**

*Российский университет дружбы народов, медицинский факультет, Москва,  
Российская Федерация*

[e-mail:titorovicholga@gmail.com](mailto:titorovicholga@gmail.com)

## **ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИХ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ СУБСТАНЦИЙ**

В работе методом термического анализа подтверждена возможность взаимодействия фармацевтической субстанции и вспомогательного вещества класса антиоксидантов.

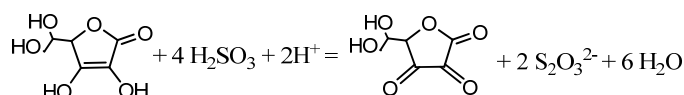
**Ключевые слова:** термический анализ, сульфит натрия, аскорбиновая кислота.

Стабильность лекарственных препаратов — неоспоримое условие сохранения их качества. Восстановитель натрия сульфит используется в производстве лекарственных препаратов, продуктов питания и вина [1]. Проявляя окислительно-восстановительную двойственность, в комбинации с природным антиоксидантом аскорбиновой кислотой  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  может выступать в роли окислителя.

**Цель настоящей работы:** теоретически и экспериментально подтвердить возможность взаимодействия аскорбиновой кислоты и натрия сульфита.

**Материалы и методы.** Субстанции сульфита натрия и аскорбиновой кислоты (Sigma-Aldrich). Метод TGA/DSC1 (Mettler Toledo).

**Результаты и их обсуждение.** Для теоретического прогнозирования взаимодействия между фармацевтической и вспомогательными субстанциями, рассчитали изменение энергии Гиббса для одного из предполагаемых превращений [2]:



Полученное значение  $\Delta G^0 = -46,3$  кДж/моль свидетельствует о смещении равновесия вправо. Для экспериментального подтверждения возможности указанного процесса смешивали субстанции аскорбиновой кислоты и натрия сульфита (масс соотношение 1:1). Термический анализ показал изменения теплового потока ( $\Delta H$ ) и массы ( $\Delta m$ ) образца как функции температуры ( $T$ ). Поглощение тепла и снижение массы смеси субстанций происходило при  $T \geq 138^\circ\text{C}$ , что значительно отличалось от температур плавления аскорбиновой кислоты ( $192^\circ\text{C}$ ) и сульфита натрия ( $910^\circ\text{C}$ ). Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о взаимодействии исследуемых веществ, что необходимо принимать во внимание в условиях фармацевтического производства.

### **Литература**

- [1] M.P. Bradshaw, C. Barril, A.C. Clark, Food Science and Nutrition 51, 479–98 (2011).  
[2] C. Barril, A.C. Clark, R. Scollary, Anal Chim acta 621, 44-51 (2008).

УДК541.18:658.562.012.7

**О.Е. ВАХИТОВА Р.Ф. БАКЕЕВА**

Ф ГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», факультет нефти и нефтехимии, кафедра аналитической химии, сертификации и менеджмента качества, г. Казань, Россия  
[Yakhi-olga@yandex.ru](mailto:Yakhi-olga@yandex.ru). [bakeeva@kstu.ru](mailto:bakeeva@kstu.ru)

## **БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ МИЦЕЛЛЯРНЫХ РАСТВОРОВ 5,7-ДИХЛОР-4,6-ДИНИТРОБЕНЗОФУРОКСАНА**

В связи с тем, что 5,7-дихлор-4,6-динитробензофуроксан (ДХДНБФО) является компонентом биологически активных смесей антимикробного и фунгицидного действия нами исследовано действие его растворов в мицеллярных средах на *Staphilococcus aureus*, *Escherich*, *Bacillus cereus*, *Trichophyton mentagrophytes*, *Aspergillus niger*, *Candida albicans*.

Антибактериальным действием ДХДНБФО, солюбилизированный в мицеллах додецилсульфата натрия, ДСН, р-(1,1,3,3-тетраметилбутил фенокси) полиоксиэтилен гликоля, Tr X-100, цетилового эфира полиоксиэтилена (10), Brij 56 не обладает. Мицеллы цетилтриметиламмоний бромида, ЦТАБ обладают антибактериальным действием. Следует отметить, что ДХДНБФО способствует незначительному угнетению роста бактериальных тест-штаммов *Staphylococcus aureus* ATCC 6538-P, *Escherichia coli* ATCC 25922, *Bacillus cereus* NCTC 8035. ДХДНБФО проявляет одинаковое противогрибковое действие в водных и водно-мицеллярных средах. Причем в отношении дрожжеподобного гриба *Candida albicans* и *Trichophyton mentagrophytes* (возбудитель дерматозов человека и животных) наблюдается полное угнетение тест-микроорганизмов, а в случае фитопатогенного гриба *Aspergillus niger* происходит лишь незначительное замедление его роста.

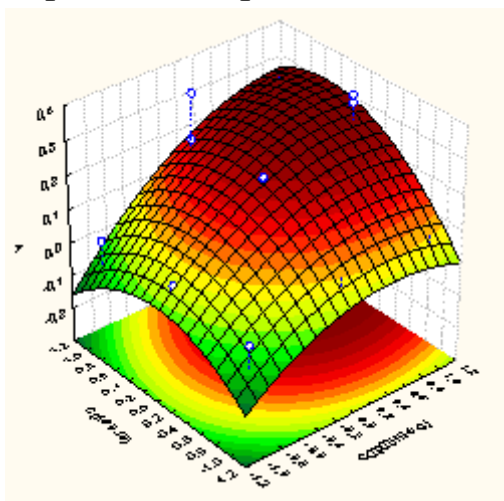
Таким образом, антигрибковая активность ДХДНБФО сохраняется в мицеллярных системах, изученных анионного и неионных ПАВ. Учитывая данные по солюбилизации и сохранение антигрибковой активности, мицеллярные системы неионных ПАВ можно рекомендовать в качестве наноконтейнеров для ДХДНБФО при разработке систем транспорта лекарственных веществ. В этом случае предпочтительными являются мицеллы неионных ПАВ Brij 56 и Tr X-100 вследствие их меньшей токсичности и большой солюбилизационной ёмкости.

**Т.С. ГОРБУНОВА, Р.Ф. БАКЕЕВА**

ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», факультет нефти и нефтехимии, кафедра аналитической химии, сертификации и менеджмента качества, г. Казань, Россия  
[bakeeva@kstu.ru](mailto:bakeeva@kstu.ru)

## **ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА РАЗРАБОТКИ МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НОВОКАИНОВОЙ СОЛИ БЕНЗИЛПЕНИЦИЛИНА В МИЦЕЛЛЯРНЫХ СИСТЕМАХ**

Преимущества использования мицеллярных систем в анализе лекарственных веществ можно умножить при использовании современных методов оптимизации, например планирования эксперимента. Традиционный эксперимент, связанный с изменением значения только одного фактора, позволил выявить главные эффекты (концентрация аналитического реагента 5,7-дихлординитробензофуроксана,  $X_1$ ; концентрация поверхностно-активного вещества АФ 9-10,  $X_2$ ; величина рН,  $X_3$ ) [1]. Однако он не способен обнаружить и количественно описать эффекты взаимодействия факторов и осуществить процедуру оптимизации при наличии последних. Поэтому с целью улучшения методики был проведен *многофакторный* эксперимент.



Поверхность отклика зависимостей функции отклика от С реагента и С АФ<sub>9-10</sub>

В результате многофакторного эксперимента и анализа поверхностей отклика нами получено уравнение регрессии:

$$Y = 0,223 + 0,106 X_1 + 0,086 X_2 - 0,069 X_1^2 - 0,098 X_2^2 + 0,023 X_3^2 + 0,048 X_1 X_2 + 0,034 X_2 X_3,$$

В результате оптимизации достигнуто ~1,8-кратное увеличение интенсивности аналитического сигнала при определении новокаиновой соли бензилпенициллина, показано расширение интервала рН вплоть до значений  $\geq 10$  ед.рН, недоступных в отсутствие ПАВ из-за угрозы протекания конкурирующей реакции гидролитического превращения реагента.

[1] Р.Ф. Бакеева, Т.С. Горбунова, Л.И. Сафиуллина, О.Е. Вахитова, С.Ю. Васютина, Л.М. Юсупова, В.Ф. Сопин, Вестник Каз.Технол.Унив. 2010 г.- № 5 с.60-65



УДК 53.087.351

**Колесниченко П.В., Пулькин С.А., Савельева С.В., Уварова С.В.,  
Борисов Е.Н., Калинин А.А., Стрельников И.Н.**

*Санкт-Петербургский государственный университет, физический  
факультет, Санкт-Петербург, Россия*  
[capoeira\\_basics@mail.ru](mailto:capoeira_basics@mail.ru)

## **МЕТОДЫ КАРС И КОМБ-СПЕКТРОСКОПИИ В ИССЛЕДОВАНИЯХ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ**

Техника когерентного антистоксова рассеяния света (КАРС) в настоящее время является мощным спектроскопическим методом, основанном на использовании нелинейных оптических свойств различных сред (газов, плазмы, органических соединений и пр.). С помощью данной технологии удается получить не просто вибрационные спектры молекул, но и трехмерные изображения биологических тканей без использования дополнительных флуоресцентных меток. Особенно эффективным применением методов КАРС является исследование липидов, являющихся неотъемлемым компонентом клеточных мембран, а также протеинов и ДНК, причем в режиме реального времени, [1].

Другим методом диагностирования болезней, в частности, по выдыхаемому воздуху потенциально может стать комб-спектроскопия, [2]. Однако по предварительным оценкам в экспериментах по комб-спектроскопии в этих целях необходимо использовать многоходовую кювету, что является непрактичным.

С целью преодоления этого недостатка в данной работе предлагается объединить методы КАРС и комб-спектроскопии в одном эксперименте. Технически это означает замену фемтосекундного лазера, работающего в режиме одиночного импульса, в стандартной оптической схеме КАРС комб-генератором фемтосекундных импульсов. Преимуществом новой схемы может стать достижение достаточных для газов низкой концентрации интенсивностей, а при фокусировании светового пучка возможность локального исследования биологических объектов.

### ***Литература***

- [1] Ji-Xin Cheng, X. Sunney Xie, *Coherent Anti-Stokes Raman Scattering Microscopy: Instrumentation, Theory, and Applications*, J. Phys. Chem. B, 2004, 108, 827-840.
- [2] S.A. Pulkin, A. Kalinichev, V. Arnautov, S.V. Uvarova, S. Saveleva, *Nonlinear Doppler-Free comb-spectroscopy in counter-propagating fields*, AJMP, 2013, 2 (4), 223-226.

**Н.М. Никитина, С.А.Савчук**

*ГБУЗ «Наркологический диспансер Псковской области», г.Псков  
[nataliapskovhlt@mail.ru](mailto:nataliapskovhlt@mail.ru)*

## **ДВОЙНАЯ ЭКСТРАКЦИЯ ВОЛОС КАК СПОСОБ ПРОБОПОДГОТОВКИ БИОМАТЕРИАЛА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ НА СОДЕРЖАНИЕ НАРКОТИЧЕСКИХ, ПСИХОТРОПНЫХ ВЕЩЕСТВ И ЛЕКАРСТВЕННЫХ СРЕДСТВ МЕТОДОМ ГХ-МС.**

В качестве основного биологического материала для проведения исследований чаще всего выбирается моча как более информативный объект для установления факта употребления психоактивных веществ (ПАВ). Сейчас в ХТЛ идет апробация методик пробоподготовки и хроматографирования для исследования волос на содержание наркотических и психотропных веществ, разрабатываемых научным специалистом Национального научного центра наркологии МЗ Савчука С.А. [1,2,3,4].

Анализ волос расширяет возможности химико-токсикологических лабораторий по обнаружению наркотических веществ в организме человека, так как волосы наиболее долго удерживают попавшие в организм человека токсиканты, легкодоступны для корректного отбора и исследования, стабильны (не нуждаются в специальных условиях хранения как биожидкости и могут храниться в простом бумажном конверте).

В литературных источниках описывается проведение процесса пробоподготовки волос для различных групп наркотических, психотропных веществ и лекарственных средств. На определение одной группы данных средств необходимо взять навеску волос от 30 до 200 мг. Чаще всего весь образец, доставленный на анализ в ХТЛ, имеет такую же массу. Поэтому для исследования нами разрабатывается способ пробоподготовки с использованием двойной экстракции одной навески биообразца менее 100 мг.

После отмывки от загрязнений волос и их измельчения проводится экстракция 1,5 мл метанола в течение 6-7 часов в ультразвуковой бане. Затем экстракт, содержащий аналиты основного и нейтрального характера, переносится в виалу и упаривается в токе воздуха при температуре не более 40°C.

Далее во флаконе с волосами после декантации метанольного экстракта проводится щелочной гидролиз при температуре 40°C в течение 12 часов. Водную фазу отделяли и обрабатывали методом твердофазной экстракции.

Реэкстрагировали оба экстракта после высушивания этилацетатом. Финальный объем экстракта — по 100 мкл. Далее закалывали в хроматограф по 1 мкл каждого экстракта.

Данный способ пробоподготовки позволяет экономить биоматериал и использовать только одну навеску волос для анализа на основные наркотические, психотропные вещества и лекарственные средства.

### ***Литература***

- [1]. Никитина Н.М., Савчук С.А. Применение хромато-масс-спектрометрии для обнаружения наркотических и психотропных веществ в биобразцах Всероссийская конференция Аналитические приборы 26-30 июня 2012г. СПб. Тезисы докладов С 2-14 с. 45.
- [2]. Савчук С. А., Никитина Н. М., Зулаева А. С., Несмеянова Н. И., Константинова С. Д. Применение методов ГХ-МС и ВЭЖХ-МС/МС для определения наркотических веществ в волосах. Наркология №10, 2012, 72—79 стр.
- [3]. Савчук С.А., Кислун Л.Ю., Крюков А.В., Хан О.Ю., Еремин С.А., Кирюшин А.Н., Никитина Н.М. Идентификация новых синтетических стимуляторов методами ПФИА, ГХ-МС и ВЭЖХ-МС-МС. Международный симпозиум Bionanotox 2012 6-13 мая 2012г. Крит, Греция. Тезисы докладов Р-31 с.56
- [4]. Савчук С. А., Никитина Н. М., Зулаева А. С., Несмеянова Н. И., Константинова С. Д. Применение методов ГХ-МС и ВЭЖХ-МС/МС для определения наркотических веществ в волосах. Сборник «Материалы межрегиональной конференции, посвященной 70-летию судебно-медицинской службы Республики Саха (Якутия)» Якутск 2012г. С. 44

УДК 575.86; 568.26

**М. Данилова<sup>1</sup>, А. Машарский<sup>1</sup>, А. Пантелеев<sup>2</sup>, А. Дружкова<sup>3</sup>, В. Трифонов<sup>3</sup>, С. Галкина<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Санкт-Петербургский государственный университет, Биологический факультет, Санкт-Петербург, Россия; <sup>2</sup> Зоологический институт РАН, Отдел орнитологии, Санкт-Петербург, Россия; <sup>3</sup> Институт молекулярной и клеточной биологии СО РАН, Лаборатория сравнительной геномики, Новосибирск, Россия  
[svetlana.galkina@mail.ru](mailto:svetlana.galkina@mail.ru)

## **СЕКВЕНИРОВАНИЕ D-ПЕТЛИ ИСКОПАЕМОЙ МИТОХОНДРИАЛЬНОЙ ДНК ДЛЯ РЕКОНСТРУКЦИИ РАССЕЛЕНИЯ ДОМАШНИХ КУР ПО ТЕРРИТОРИИ РОССИИ**

Домашняя курица *Gallus gallus domesticus* — самая распространенная домашняя птица, один из главных источников животного белка в питании человека. Тесно связанные с людьми, домашние куры являются важным биологическим маркером сельскохозяйственных, торговых и культурных контактов между человеческими сообществами. Современные биомолекулярные подходы, а именно секвенирование фрагментов современной и ископаемой ДНК кур и анализ выявленных полиморфных сайтов, позволяют не только определять родственные взаимоотношения между отдельными популяциями кур, но и могут быть использованы для реконструкции миграций популяций человека. В настоящее время на основании археологических и молекулярно-биологических данных установлено, что одомашнивание кур происходило в нескольких центрах южной и юго-восточной Азии. Более 2000 лет назад «западная» ветвь первоначальной популяции через Персию, Грецию, Египет проникла в Европу и Африку [1]. Расселение кур по территории Древней Руси могло происходить с Востока (из Персии через Кавказ) и с юга — через черноморские греческие колонии и Византию. При этом точно известно, что в IX веке куры на Руси уже были: в раскопах на территории Великого Новгорода, Смоленской области, обнаружены как артефакты с изображением кур и петухов, так и кости этих животных.

Для реконструкции истории распространения кур по территории Восточной Европы, мы проанализировали последовательности гипервариабельного района D-петли (252 п.н.) митохондриальной ДНК, полученные из костей кур, извлеченных при раскопках в Великом Новгороде (Nov) (829 ± 27 г.), Пскове (Psk) (1757 ± 25 г.), Санкт-Петербурге (LS) (1752 ± 29 г.), Азове (Azo15) (XIII-XIV вв.) и в Краснодарском крае (Temr17) (IV-V вв. до н.э.). Все гаплотипы (кроме Psk) относятся к гаплогруппе E1, по-

всеместно распространенной в современных популяциях кур [2] и единственно выявленной при анализе митохондриальной ДНК из ископаемых западноевропейских костей кур (280 г. до н.э. — 18 в.н.э.) [3]. Мы обнаружили, что ископаемый гаплотип Psk принадлежит гаплогруппе C1, характерной для кур Восточного Китая и Японии, Среди европейских кур эта гаплогруппа встречается у старинных пород неясного происхождения лакенфельдер (Голландия), мохноногий бантам (Дания) и орловская (Россия). Можно сделать вывод, что восточно-азиатский компонент генофондов этих пород в середине XVIII в. в Европе уже присутствовал.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (14-04-01469) на базе ресурсных центров «ЦКП Хромас», «Развитие молекулярных и клеточных технологий» СПбГУ и ЦКП «Геохронология кайнозоя» СО РАН.

### *Литература*

- [1] Liu Y.P., Wu G.S., Yao Y.G. et al. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 38, 12–9. (2006).
- [2] Miao Y-W., Peng M-S., Wu G-S. et al. *Heredity*, 110 (2013).
- [3] Flink L., Allen R., Barnett R. et al. *PNAS*, 111, 17 (2014).

УДК 57.086.2

**Е.Р. Гагинская<sup>1</sup>, С.А. Галкина<sup>2</sup>, Д.И. Богомаз<sup>3</sup>, А.Ф. Сайфитдинова<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Санкт-Петербургский государственный университет, Биологический факультет, Санкт-Петербург, Россия; <sup>2</sup> Санкт-Петербургский государственный университет, РЦ «ЦКП Хромас», Санкт-Петербург, Россия; <sup>3</sup> Санкт-Петербургский государственный университет, РЦ «Развитие молекулярных и клеточных технологий», Санкт-Петербург, Россия  
[elena.gaginskaya@gmail.com](mailto:elena.gaginskaya@gmail.com)

## **6-КАРБОКСИФЛУОРЕСЦЕИН (6-FAM) В ПРИЛОЖЕНИИ К ЦИТОГЕНЕТИЧЕСКИМ ИССЛЕДОВАНИЯМ**

Основной метод современной цитогенетики - флуоресцентная гибридизация нуклеиновых кислот *in situ* (FISH) — служит для выявления интересующей нуклеотидной последовательности непосредственно на цитологических препаратах. Определяющим звеном при проведении FISH является получение меченого фрагмента нуклеотидной последовательности (ДНК-зонда). В настоящее время широко используются прямо меченые флуорохромами ДНК-зонды, не требующие специальных процедур визуализации нефлуоресцирующих конъюгатов. В качестве флуорохромов для мечения зондов чаще всего используются молекулы, испускающие в зеленой (FITC, Alexa488) или красной (Cy3, Alexa594) частях спектра, что обусловлено необходимостью создания контрастной картины при окрашивании хромосомного материала DAPI (358/461 нм).

6-карбоксифлуоресцеин (6-FAM, 492/517 нм) характеризуется большим молярным коэффициентом светопоглощения и высоким квантовым выходом, что обеспечивает его широкое использование при проведении ПЦР в реальном времени, фрагментного анализа и секвенирования. В качестве ДНК-зондов для FISH мы предлагаем использовать олигонуклеотидные последовательности, содержащие молекулу 6-FAM с 5'-конца. С этой целью нами разработана эффективная методика синтеза производных флуоресцеина, содержащих алкиламидный фрагмент, на основе реакции замещенных карбоксифлуоресцеинов с алкиламинами. Для этого предложена активирующая система дициклогексилкарбодиимид (DCC)/4-нитрофенол, что позволяет легко вводить алкиламидные фрагменты в состав молекулы флуоресцеина, не сопровождается побочными реакциями (например, снятием ацильных заместителей с фенольных групп) и удешевляет конечный продукт. FISH-тестирование на хромосомах теломерного зонда и олигонуклеотида PO41, меченых 6-FAM, показало яркие гибридизационные сигналы и отсутствие неспецифического фонового окрашивания, что доказывает возможность применения этого флуорохрома при проведении FISH.

Работа выполнена на базе ресурсных центров СПбГУ «ЦКП Хромас» и «Развитие молекулярных и клеточных технологий» при поддержке СПбГУ (1.37.153.2014).

Л.Х. Камалетдинова<sup>1</sup>, М.Р. Шарипова<sup>1</sup>, Л.М. Богомольная<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Казанский (Приволжский) федеральный университет, Институт фундаментальной медицины и биологии, Казань, Россия, <sup>2</sup>Техасский Аграрно-Технический Университет, г. Колледж Стэйшн, Техас, США

[leysan92@gmail.com](mailto:leysan92@gmail.com)

## КЛОНИРОВАНИЕ ГЕНА ЭФФЛЮКС СИСТЕМЫ *SERRATIA MARCESCENS*

Развитие множественной антибиотикоустойчивости у бактерий является одной из актуальных проблем в современном мире. *Serratia marcescens* может вызывать заболевания центральной нервной системы, инфекции мочеполовой системы, болезни дыхательных путей, эндокардит и сепсис. Лечение таких инфекций часто затруднено из-за множественной антибиотикоустойчивости бактерий [1]. Множественная антибиотикоустойчивость *S. marcescens* объясняется присутствием широкого спектра клеточных насосов (эффлюкс-систем) — белковых комплексов, отвечающих за активное удаление антибиотиков из бактериальных клеток. Необходимо изучение молекулярных основ антибиотикоустойчивости *S. marcescens* для создания новых эффективных способов борьбы с этим патогеном.

Поиск новых способов борьбы с микробными патогенами на основе анализа их ДНК-последовательностей требует детального понимания молекулярного механизма их устойчивости к широкому ряду антибиотиков и способах выживания в организме хозяина. Наличие у *S. marcescens* большого количества эффлюкс-систем позволяет сделать вывод о том, что именно эта разветвленная сеть молекулярных насосов является ключом к появлению этого патогена в списке самых распространенных возбудителей больничных инфекций.

Анализ геномной последовательности *S. marcescens* показал, что эта бактерия содержит эффлюкс-систему ABC-типа. Эта система, получившая название MacAB, присутствует в геноме некоторых других патогенных грамотрицательных бактерий, в частности, в геноме кишечной палочки *E. coli* и защищает клетки бактерий от действия эритромицина и других антибиотиков класса макролидов [2]. Для выяснения роли MacAB системы в физиологии *S. marcescens* ген *macA* был клонирован в экспрессионную индуцибельную плазмиду для дальнейшего выделения белка и определения его характеристик.

### Литература

[1] S.D. Mahlen, *Serratia infections: from military experiments to current*. Cl. Microb, 2011, V 24, P. 755.

[2] N. Kobayashi, K. Nishino, A. Yamaguchi, Novel macrolide-specific ABC-type efflux transporter in *E. coli*, J. Bacteriol., 2001, V. 183, P. 5639-5644.

**С.Ю. Гармонов<sup>1</sup>, Л. Нугбиеньо<sup>1</sup>, Т.А. Киселева<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет»,<sup>2</sup>ГБОУ ВПО «Казанский государственный медицинский университет»,  
Казань, Россия

[serggar@mail.ru](mailto:serggar@mail.ru)

## **БИОФАРМАЦЕВТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ В ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННОЙ МЕДИЦИНЕ**

Биофармацевтический анализ играет важную роль в оценке эффективности, обеспечении безопасности и индивидуальной переносимости организмом человека лекарственных веществ (ЛВ). В связи с этим особое значение приобретает использование современных методов анализа ЛВ в биологических объектах как инструмента для проведения биофармацевтических исследований на различных этапах создания и применения лекарственных средств.

Рассмотрены современное состояние и перспективы развития аналитических методов для исследования генетического полиморфизма процессов биотрансформации организма человека. Обсуждена роль методов биофармацевтического анализа в определении активности различных ферментных систем (микросомальное окисление, ацетилирование, холинэстераза) метаболизма лекарственных веществ, ксенобиотиков и эндогенных соединений в организме.

Показана возможность использования комплекса ВЭЖХ и спектрофотометрии для прямых и косвенных аналитических определений метаболических и экзогенных маркеров биотрансформации. Обсуждаются оригинальные приемы косвенной оценки ферментативной активности на основе биофармацевтического анализа и определения фармакокинетических параметров различных тест-маркеров в биологических жидкостях (моча, слюна, кровь).

Применение комплекса этих методов при сопоставлении и в сочетании с генотипированием метаболических систем позволяет решать сложные задачи, возникающие при проведении биофармацевтических исследований, а также разрабатывать алгоритмы персонализации фармакотерапии и оценивать влияние ЛВ на активность ферментативных систем метаболизма.

Предложены системы индукторов процессов микросомального окисления и ацетилирования ЛВ для уменьшения риска побочных явлений при проведении фармакотерапии и индивидуализации лечения. Рассмотрена роль методов биофармацевтического анализа для диагностики социально-значимых заболеваний, оценки риска здоровью и выявления индивидуальной химической чувствительности организма человека.



УДК 615.1; 543.257.063

**М.Р. Мцаришвили, С.Ю. Гармонов, Л.М. Юсупова**  
*ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Казань, Россия*  
[rendez-vous9@yandex.ru](mailto:rendez-vous9@yandex.ru)

## **СТАНДАРТИЗАЦИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ СМЕСЕЙ НА ОСНОВЕ ЗАМЕЩЕННЫХ ДИНИТРОБЕНЗОФУРОКСАНА**

Нитропроизводные бензофуроксанов достаточно широко используются в ветеринарии как антибактериальные, противогрибковые и акарицидные средства. Уникальность этих биологически активных смесей заключается в сочетании их выраженной антибактериальной, фунгицидной, спороцидной, противовирусной, вирулицидной, акарицидной, лярвицидной активности при достаточно низкой токсичности ( $LD_{50}$  600 мг/кг).

Разработаны новые методики контроля качества субстанций на основе продуктов конденсации 4,6-динитро-5,7-дихлорбензофуроксана с аминафенолами методом градиентной высокоэффективной жидкостной хроматографии.

Обоснованы примы, позволяющие улучшить хроматографическую селективность, унифицировать состав используемых элюентов и проводить одновременное определение основных веществ и токсичных примесей, а также использовать одну методику для контроля качества субстанций. При этом использовано как градиентное элюирование, так и возможности подбора состава и рН мобильной фазы, что позволило заменить сложные по составу мобильные фазы на более простые и доступные в аналитической практике, а также совместить в одной методике количественное определение примесей. В тоже время использование диодно-матричного и флуориметрического детекторов позволяет проводить дополнительный качественный анализ соединений по их спектрам поглощения и оценивать спектральную чистоту пика наряду с градуировкой по нескольким длинам волн и понизить предел обнаружения аналита.

Разработанные подходы позволяют повысить эффективность фармацевтического анализа путем использования высокопроизводительных, чувствительных и экспрессных методик ВЭЖХ определения биологически активных веществ.

УДК 57.086 Цитологическая и гистологическая техника

**М.Г. Воробьев, Н.А. Костин**

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Санкт-Петербургский государственный университет", Санкт-Петербург, Россия  
[vorobiev.maxim@spbu.ru](mailto:vorobiev.maxim@spbu.ru), [nikolai.kostin@spbu.ru](mailto:nikolai.kostin@spbu.ru)*

## **НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ДЛЯ БИМЕДИЦИНСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ УНИВЕРСИТЕТЕ**

Ресурсный Центр «Развитие молекулярных и клеточных технологий» недавно был создан в Санкт-Петербургском государственном университете. Центр нацелен на проведение научных исследований в области биологии и биомедицины. Уникальные биомедицинские аналитические инструменты и все виды рутинного оборудования для пробоподготовки с использованием современных технологий, которые предоставляет Центр, позволяют решать сложные задачи в исследовании как фиксированных так и живых биологических образцов. В Центре представлена конфокальная микроскопия, включая истинное конфокальное сканирование, микроскопию с использованием диска Нипкова и сверхразрешающую конфокальную микроскопию (STED-CW); широкопольная микроскопия; количественная FRET микроскопия в сочетании с FLIM и FCS. Электронная микроскопия представлена просвечивающими электронными микроскопами с возможностью рутинной работы с фиксированными или замороженными образцами, а также проведения электронной и криоэлектронной томографии; сканирующим электронным микроскопом позволяющим исследовать как высушенные, так и с замороженные образцы, с возможностью работы в высоком и низком вакууме, оснащённым системой энергодисперсионного микроанализа. Также широко представлена пробоподготовка для электронной микроскопии, включая системы замораживания-скалывания, напыления, криопереноса, ультратомии и криоультратомии, замораживания на сетках, криозамещения и полимеризации блоков. Полученные данные могут быть проанализированы с помощью различных программных пакетов обработки изображений, позволяющих визуализировать изображения, проводить их анализ, морфометрию и деконволюцию, обработку временных серий и многоканальных изображений, 3D-визуализацию, и томографию.

УДК 535.21, 535.34

**С.В. Савельева, С.А. Пулькин, А.А. Калинин, В.А. Арнаутов, С.В. Уварова, Е.Н. Борисов, А.И. Канцеро**

*Санкт-Петербургский Государственный университет, физический факультет*

*Санкт-Петербург, Ульяновская 1, 198504, Россия*

[saweljew.svetlana2010@yandex.ru](mailto:saweljew.svetlana2010@yandex.ru)

## **СПЕКТР АММИАКА КАК БИОМАРКЕРА В КОМБ-СПЕКТРОСКОПИИ(1.5 МКМ.)**

Рассчитан спектр поглощения аммиака в воздухе при давлении 0.01 атм. Показано, что для использования аммиака как биомаркера для ранней диагностики заболеваний, целесообразно применение нового метода комб-спектроскопии с компенсацией доплеровского уширения на однофотонном переходе. Для повышения чувствительности следует понижать суммарное давление газа в кювете [1–2], для анализа спектра аммиака в области 1.5 мкм. следует использовать многоходовую кювету. Уменьшая суммарное давление среды, происходит сужение линии при условии доминирования уширения, связанного со столкновениями с буферным газом. Величина поглощения в максимуме линии не изменяется [3]. Таким образом, растет контраст спектра, благодаря чему увеличивается размах первой и второй его производных, а также улучшается селективность детектирования резонансного поглощения для близко расположенных линий, что является преимуществом при применении метода комб-спектроскопии.

### ***Литература***

- [1] Monitoring of Gaseous Pollutants by Tunable Diode Lasers // Proc. Int. Symp. Freiburg, FRG. 17–18 Oct. 1991 / Ed. by R. Grisar, H. Bottner, M. Tacke, G. Restelli. Dordrecht–Boston–London: Kluwer Academic Publ., 1991. 372 p.
- [2] Proc. 4th Int. Symposium on Monitoring of Gaseous Pollutants by Tunable Diode Laser. Freiburg, FRG. 19–20 Oct. 1994 / Ed. by R. Grisar, M. Tacke, H. Bottner // Infr. Phys. Techn. 1996. Vol. 37, N 1. P. 1–202.
- [3] Е.В. Степанов, *Методы высокочувствительного газового анализа молекул-биомаркеров в исследованиях выдыхаемого воздуха*, Труды института Общей физики им. А.М. Прохорова, том 61 (2005)

**Сокорнова С.В.<sup>1,2</sup>, Матвеева Т.В.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений (ВИЗР), Санкт-Петербург — Пушкин, Россия;*

<sup>2</sup>*Санкт-Петербургский государственный университет, биологический факультет, Санкт-Петербург, Россия  
sokornova@bio.spbu.ru, radishlet@gmail.com*

## **СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ИССЛЕДОВАНИЮ ОТНОШЕНИЙ ПАРАЗИТ-ХОЗЯИН В СИСТЕМЕ «ПРИРОДНОТРАНСГЕННОЕ РАСТЕНИЕ/МИКРОМИЦЕТ»**

Изучение взаимоотношений на клеточном уровне в системе «растение-фитопатоген» имеет важное прикладное значение, так как позволяет с одной стороны прогнозировать развитие болезней, вызываемых фитопатогенами, с другой — оценивать эффективность биологических агентов, перспективных в защите растений, и экологические риски [2, 4]. Более того выявление особенностей патогенеза, в сочетании с современными методами молекулярно-биологического анализа, а также биоинформационными технологиями, позволяет решать фундаментальные проблемы понимания путей эволюции и экологических связей между различными филогенетическими группировками растений-хозяев и их патогенов. Традиционно подобные исследования проводятся с помощью совместного использования световой и сканирующей микроскопии, зачастую требующего многоэтапной подготовки, что ограничивает возможности быстрого анализа большого количества образцов [1, 3]. В тоже время микроскопические грибы в УФ-спектре обладают автофлуоресценцией. Это дает возможность, для исследования трехмерной тонкой структуры микромицета в патогенезе, применять конфокальный лазерный микроскоп Leica DM 2500, в частности микроскопировать образцы (как свежие, так и фиксированные) в динамике после инокуляции растения патогеном, минуя большую часть этапов подготовки проб (в частности окрашивания). В свою очередь возможности секвенатора нового поколения Roche Junior могут быть использованы для выявления внутривидовых полиморфизмов растений-хозяев и микромицетов. Таким образом, применение этого оборудования позволяет создать уникальный массив данных для биоинформационного анализа.

Работа выполнена при поддержке гранта СПбГУ 0.37.526.2013 на базе ЦКП «Хромас» и «Развитие молекулярных и клеточных технологий»

**Литература**

- [1] W.G.D.Fernando, A.K.Watson, T.C. Paulitz, *The Mycologist*, 7 (4), 188-189 (1993).
- [2] J.A. Lucas *Plant pathology and plant pathogens*. Blackwell Publishing, 1998, 274p.
- [3] Р.П. Барыкина, Т.Д. Веселова, А.Г. Девятов, Х.Х. Джалилова, Г.М. Ильина, Н.В. Чубатова, *Справочник по ботанической микротехнике (основы и методы)*. Изд. Московского университета, М. 2004, 311с.
- [4] Дьяков Ю.Т. *Популяционная биология фитопатогенных грибов*, Муравей, М. 1998, 384 с.

УДК 616.126.3

**В.В. Казбанов, М.С. Баталов, А.А. Вишневский**

*ФГБУ «Санкт-Петербургский НИИ фтизиопульмонологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Санкт-Петербург, Российская Федерация  
[Vladimir\\_by@mail.ru](mailto:Vladimir_by@mail.ru)*

## **ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ АЛМАЗОПОДОБНЫХ ПОКРЫТИЙ В ТРАВМАТОЛОГИИ И ОРТОПЕДИИ**

**Актуальность.** Биологическая совместимость имплантируемых материалов во многом определяет успех оперативного вмешательства, качество жизни пациента и медико-социальный прогноз. Цель исследования — в экспериментальных условиях изучить реакцию костной и мягких тканей на имплантацию титановых образцов с различными алмазоподобными покрытиями.

**Материалы и методы исследования.** Эксперимент выполнен на 14 крысах-самцах линии Вистар ( $n=180-220$  гр.). Всем животным было выполнено оперативное вмешательство по имплантации исследуемых образцов под наркозом (ketamine-hylazine-асепромazine 55.6, 5.5 и 1.1 мг/кг, соответственно, внутривенно). Методом вживления было выбрано погружение имплантата в заранее смоделированный корытообразный дефект на дорзальной поверхности теменной кости ближе к ее чешуйчатому краю.

Экспериментальные животные были разделены на группы в соответствии с имплантируемыми образцами: Ti BT 1-0 ( $n=2$ ); Ti+DLC ( $n=2$ ); Ti оксидированный ( $n=2$ ); Ti+DLC+1,9%Ag ( $n=2$ ); Ti+DLC+3,8%Ag ( $n=2$ ); Ti+DLC+6,95%Ag ( $n=2$ ); контрольная группа ( $n=2$ ) — ложно оперированные крысы.

Через 182 дня после имплантации все животные были подвержены декапитации. Затем была осуществлена ревизия области имплантации (теменная кость) и забор мягких и костных тканей, контактирующих с имплантатом, для гистологического исследования.

**Результаты и обсуждение.** На основании полученных описаний гистологических препаратов можно заключить, что имплантация титановых образцов с различными покрытиями на основе алмазоподобного углерода не являлась условием для развития воспалительной реакции вокруг имплантата в отдаленном периоде. Можно также предположить, что титановые образцы с алмазоподобными покрытиями, допированными частицами серебра, за счет антибактериальных свойств последних имеют преимущество по биологической совместимости в условиях повышенного риска возникновения гнойных осложнений.

**Е.В. Беликова<sup>1</sup>, В.В. Старунов<sup>2</sup>**

*1 — Санкт-Петербургский Государственный Университет, биологический факультет, Санкт-Петербург, Российская Федерация*

[090189@mail.ru](mailto:090189@mail.ru)

*2 — Санкт-Петербургский Государственный Университет, биологический факультет, Санкт-Петербург, Российская Федерация*

*Зоологический Институт, Академия Наук, Санкт-Петербург, Российская Федерация*

[starunov@gmail.com](mailto:starunov@gmail.com)

## **УЛЬТРАСТРУКТУРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПИГИДИЯ ПОЛИХЕТ НА ПРИМЕРЕ *PLATYNEREIS DUMERILII***

Согласно классическим представлениям, пигидий полихет является несегментарным образованием, однако некоторые авторы называют пигидий последним сегментом тела червя, никак не аргументируя данную точку зрения [1,4,5]. В литературе имеются лишь отрывочные сведения об организации пигидия полихет, чаще всего, ограниченные описанием внешнего строения. Ранее в пигидии  *nereis* была обнаружена сложно устроенная нервная система и мускулатура, а также полость, подобная целомической [2,3]. Для выяснения природы данной полости и уточнения тонкого строения пигидия, нами было предпринято ультраструктурное исследование пигидия *Platynereis dumerilii*. Были использованы методы сканирующей электронной микроскопии, трансмиссионной электронной микроскопии и методы изготовления трехмерных реконструкций по сериям полутонких срезов с использованием программ Fiji и Imod.

Строение пигидия *P. dumerilii* не соответствует классическим представлениям о строении пигидия полихет. В нем обнаружена хорошо выраженная полость, которая обладает собственной клеточной выстилкой и не связана с целомическими полостями туловищных сегментов. Выстилка полости представляет собой миоэпителий, соответствующий по строению выстилке целомов туловищных сегментов полихет. Таким образом полость пигидия может быть охарактеризована как пигидиальный целом. Строение покровного и кишечного эпителия схоже со строением эпителиев туловищных сегментов.

В строении пигидия *P. dumerilii* обнаруживаются как черты сходства, так и существенные отличия от строения туловищных сегментов. Возможно, целом пигидия сформировался независимо от целомов туловищных сегментов в связи с необходимостью в гироскелете. Также можно сделать предположение, что в состав пигидия *P. dumerilii* входит сильно редуцированный туловищный сегмент.

Работа выполнена с использованием оборудования, предоставленного ресурсным центром «Развитие Молекулярных и Клеточных Технологий» СПбГУ при поддержке гранта СПбГУ 1.50.1619.2013. 3.

### ***Литература***

- [1] Ливанов Н.А. Руководство по зоологии. Том 2. Беспозвоночные: кольчатые черви, моллюски. Ленинград: , 1940. С.245. с. 10–136.
- [2] Старунов В.В., Лаврова О.Б., Тихомиров И.А. Первичная гетерономность сегментов у полихет и рост *Nereis virens* // Вестник СПбГУ Сер.3. 2010. с. 13–19.
- [3] Старунов В.В., Лаврова О.Б., Строение нервной системы и мускулатуры пигидия у полихеты *Alita virens* ( *Nereididae*) // Доклады Академии Наук.2013. Т.451, № 3, с. 355 - 357
- [4] Хлебович В.В. Фауна России и сопредельных стран. Многощетинковые черви. Т.3, Многощетинковые черви сем *Nereididae* морей России и сопредельных вод. Спб: Наука, 1996. С. 224.
- [5] Anderson D.T. The comparative embryology of the Polychaeta // Acta Zool. 1966. Т. 47. С. 1–42.



УДК 615.038

<sup>1</sup> Т.А. Гуринович, <sup>2</sup> А.Г. Солдатов, <sup>3</sup> В.В. Казбанов, <sup>3</sup> М.С. Баталов, <sup>3</sup> А.А. Вишнеvский, <sup>1</sup> С.Г. Пашкевич, <sup>1</sup> В.А. Кульчицкий

<sup>1</sup> ГНУ «Институт физиологии НАН Беларуси», Минск

<sup>2</sup> ГНУ «Институт физики твердых тел и полупроводников НАН Беларуси», Минск

<sup>3</sup> ФГБУ «Санкт-Петербургский НИИ фтизиопульмонологии» Министерства здравоохранения РФ

[gurinovich.tanya@gmail.com](mailto:gurinovich.tanya@gmail.com)

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПОТЕНЦИРУЮЩИХ ПРОТИВООПУХОЛЕВЫХ СВОЙСТВ ФУЛЛЕРЕНОВ

**Актуальность.** Современная медицина испытывает необходимость в новых биологически активных и биологически совместимых материалах и субстанциях. В этом аспекте особый интерес представляют фуллерены, сочетанное применение которых с активными субстанциями представляет особый интерес для медицины, так как отмечена их потенцирующая способность.

**Цель работы** — исследовать предполагаемый потенцирующий противоопухолевый эффект фуллерена в отношении асцитной карциномы Эрлиха при сочетанном введении с цисплатином.

**Материалы и методы исследования.** Мышам линии Af (n=44, m=20 гр.) прививали асцитную карциному Эрлиха внутрибрюшинно в объеме 1,0 млн. клеток/мышь.

После прививки вводили исследуемые растворы: 1 группе мышей (n=11) вводили 0,2 мл цисплатина (0,5мг/мл); 2 группе мышей (n=11) вводили 0,2 мл цисплатина (0,5мг/мл) в комбинации с 0,2 мл 0,0247% раствора фуллерена; 3 группа мышей (n=11) — контрольная, введения растворов не производили; 4 группа мышей (n=11) — изолированное введение 0,2 мл 0,0247% раствора фуллерена. Все введения производили трехкратно с перерывом в два дня.

**Результаты и их обсуждение.** При выведении мышей из опыта оценивали объем асцита и проводили подсчет опухолевых клеток в камере Горяева. В контрольной группе №4 у 10 мышей из 11 был асцит (средний объем 1,9 мл) со средней концентрацией опухолевых клеток 351 358 350 кл./мл. В контрольной группе №3 у 9 мышей из 11 был асцит (средний объем 1,8 мл) со средней концентрацией опухолевых клеток 338 281 250 кл./мл. В группе с изолированным введением цисплатина (№1) у 2 мышей (18,2%) из 11 был асцит (средний объем 1,5 мл) со средней концентрацией опухолевых клеток 110 937 500 кл./мл. В группе мышей, получавшей цисплатин в комбинации с фуллереном (№2), асцитической жидкости не обнаружено у 11 из 11 мышей.

**Выводы.** На основании полученных результатов можно заключить, что исследуемый фуллерен значительно усиливает противоопухолевое действие цисплатина, что делает его перспективным для дальнейшего исследования и применения в практическом здравоохранении.

**И.А. Владимиров<sup>1</sup>, Т.В. Матвеева<sup>1</sup>, Л.А. Лутова**

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский государственный университет, биологический факультет, Санкт-Петербург, Россия  
[ivanpentod@gmail.com](mailto:ivanpentod@gmail.com), [radishlet@gmail.com](mailto:radishlet@gmail.com)

## **ИЗУЧЕНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПАТОГЕННЫХ ШТАММОВ АГРОБАКТЕРИЙ НА ТЕРРИТОРИИ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РФ**

Агробактерии — род почвенных бактерий из семейства *Rhizobiaceae*. Патогенные штаммы агробактерий обладают способностью к трансформации растительных клеток своим генетическим материалом (Т-ДНК), вызывая за счет этого заболевания у несколько сотен видов двудольных растений, в т.ч. промышленно значимых розоцветных (яблони, вишни, груши) и виноград [1]. Несмотря на весьма высокую значимость агробактерий как патогена, сведения о географическом распространении их штаммов носят отрывочный характер, по многим регионам и вовсе отсутствуют [2]. Задачей работы являлось изучение распространения патогенных штаммов агробактерий в пределах западных областей европейской части России.

В ходе полевых работ собрано 217 образцов почвы и растительных тканей. Несколько образцов также получено из СКЗНИИ садоводства и виноградарства, ИСХ Крыма и из ООО «Новгородские теплицы». Для детекции патогенных штаммов и их идентификации применяли ранее разработанную тест-систему для поиска агробактерий и набор вновь разработанных тест-систем, основанных на ПЦР в режиме реального времени. Постановку реакций производили в приборе «CFX-96», также использовали секвенирование таксономически значимых районов с помощью секвенатора «ABI Prism 310» РЦ «Развитие молекулярных и клеточных технологий».

В материале, собранном в природных экосистемах, патогенных агробактерий обнаружено не было. Патогенные штаммы агробактерий были обнаружены в материале, переданном из ООО «Новгородские теплицы», причем по результатам секвенирования выявлено, что растения заражены лабораторным штаммом агробактерий *A.rhizogenes A4*, которым, по всей видимости, был заражен посадочный материал. Наличие агробактерий в агроценозах при отсутствии их в природных экосистемах может свидетельствовать о том, что основным источником инфекции является посадочный материал, в т.ч. зарубежный и из других регионов.

Работа выполнена в рамках междисциплинарного проекта 0.37.526.2013 и проекта 1.39.315.2014 с использованием оборудования ре-

сурсного центра СПбГУ «Развитие молекулярных и клеточных технологий» за счет средств тематического плана НИР СПбГУ № 0.37.87.2011

***Литература***

- [1] Я. Ланак, К. Шимко, Г. Ванек, *Атлас болезней и вредителей плодовых, ягодных, овощных культур и винограда*, Братислава: Природа, 1972, 58 с.
- [2] C.S. Nautiyal, P. Dion, *Applied And Environmental Microbiology*, 56, (8), 2576-2579 (1990)

УДК575.224

**Т.С. Глинин, В.А. Шубина, Л.С. Онопа, Н.С. Лебедева, А.А. Бондаренко, П.А. Матейкович, П.А. Старшова, Е.В. Даев**  
*Санкт-Петербургский государственный Университет, биологический факультет, Санкт-Петербург, Россия.*  
[t.glinin@mail.ru](mailto:t.glinin@mail.ru)

## **КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ УЧЕТА ГЕНОМНОЙ НЕСТАБИЛЬНОСТИ У ДОМОВОЙ МЫШИ.**

Анализ стабильности генома является важной задачей, как в области фундаментальной биологии, так и при проведении практических биомедицинских исследований. На сегодняшний день разработан целый ряд методов изучающих различные аспекты изменений генома. Зачастую при проведении генотоксикологических исследований требуется получение детальной картины влияния веществ на стабильность генома. В этих случаях прибегают к использованию комбинации различных методик. В частности, если требуется проверка эффекта потенциального генотоксиканта на микроповреждения ДНК и макроповреждения хромосом подходит совместное использование метода ДНК — комет и метода учета хромосомных аберраций. Важно отметить, что использование различных вариаций данных методов позволяет значительно расширить спектр анализируемых нарушений и вычленить конкретные типы эффекторных повреждений.

Выделяют две основные разновидности методов учета хромосомных аберраций: метафазный и ана-телофазный. Метафазный метод более детально изучает структурные особенности хромосомных перестроек, при этом требует введения блокаторов клеточного цикла, которые сами являются мутагенами. Ана-телофазный метод позволяет выявить более широкий диапазон нарушений, поскольку природой формирования наблюдаемых нарушений (мосты, фрагменты и отставшие хромосомы) могут являться не только изменения в структуре хромосом, но и нарушения цитоскелета.

Метод ДНК комет позволяет регистрировать широкий спектр повреждений ДНК (однонитевые и двунитевые разрывы, перекрестные сшивки, щелочеллабильные сайты) в одиночных клетках вне зависимости от стадии клеточного цикла.

При проведении комплексно исследования мутагенности феромона 2,5-диметилпиразина, было обнаружено, что использование данных методов позволяет получать согласованные результаты, при этом повреждения

*«Изучение структуры и свойств биомедицинских объектов современными  
инструментальными методами»*

выявляемые методом ДНК-комет формируются раньше, нежели хромосомные перестройки, выявляемые ана-телофазным методом анализа.

**Я.Г. Борисов**

*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт цитологии РАН, Санкт-Петербург, Россия.*

[gis.ib88@gmail.com](mailto:gis.ib88@gmail.com)

## **ДИНАМИКА КЛЕТОЧНОГО ЦИКЛА МЕЗЕНХИМНЫХ И ЭМБРИОНАЛЬНЫХ СТВОЛОВЫХ КЛЕТОК ЧЕЛОВЕКА ПОД ВЛИЯНИЕМ АКТИВНЫХ ФОРМ КИСЛОРОДА**

Активные формы кислорода (АФК) участвуют в регуляции клеточной пролиферации, выступая медиаторами фосфорилирования и убиквитинирования ключевых молекул клеточного цикла [Verbon *et al.*, 2012]. Для фибробластов и трансформированных клеток человека и мыши показано, что на поздней G<sub>1</sub> стадии цикла наблюдается повышение уровня эндогенных АФК, который достигает максимума на границе между G<sub>1</sub> и S фазой, обработка клеток антиоксидантами приводит к остановке клеточного цикла на границе G<sub>1</sub>–S. Молекулярный анализ [Havens *et al.*, 2006] показал, что арест клеточного цикла, обусловленный действием антиоксидантов, вызван неспособностью клеток накопить циклины-А, убиквитинируемые APC/C комплексом, который в обычных условиях инактивируется в поздней G<sub>1</sub> фазе цикла. Целью данной работы было изучить влияние АФК на динамику G<sub>1</sub>–S перехода в мезенхимных и эмбриональных стволовых клетках человека. Эксперименты с синхронными культурами ЭМСК показали последовательное повышение уровня АФК, предшествующее переходу в S фазу клеточного цикла. Обработка антиоксидантами привела к снижению эндогенного уровня АФК, и блокированию на границе S фазы. Исследование синхронных культур ЭСК не показали достоверного изменения уровня АФК на протяжении клеточного цикла. Обработка антиоксидантами приводила к G<sub>1</sub> аресту клеточного цикла как синхронных, так и асинхронных культур ЭСК. Таким образом, наши эксперименты доказывают влияние АФК на динамику клеточного цикла стволовых клеток человека.

### ***Литература***

- [1] Verbon EN1, Post JA, Boonstra J., The influence of reactive oxygen species on cell cycle progression in mammalian cells. *Gene*. 2012 Dec 10, 511(1):1-6.
- [2] Havens CG1, Ho A, Yoshioka N, Dowdy SF., Regulation of late G1/S phase transition and APC Cdh1 by reactive oxygen species. *Mol Cell Biol*. 2006 Jun;26(12):4701-11.

УДК595.2

**Н.В. Алексеева**

Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург,  
Россия

[4izh871@rambler.ru](mailto:4izh871@rambler.ru)

## **ОСОБЕННОСТИ НЕЙРОГЕНЕЗА *NYMPHON BREVIROSTRE* (CHELICERATA, PYSNOGONIDA)**

Нейрогенез ряда артропод (*Euchelicerata*, «Myciopoda») тесно связан с функционированием парных нейроэктодермальных зачатков (вентральных органов). Однако только в одной работе продемонстрированы аналогичные процессы для одного из видов пикногонид. Цель настоящей работы — реконструировать процесс формирования сегментарных ганглиев брюшной нервной цепочки у представителей *Nymphon brevirostre*. Нами были использованы методы трансмиссионной электронной микроскопии и иммуноцитохимии (окраска антителами к ацетилированному альфа-тубулину). Процесс формирования сегментарных ганглиев включает 4 этапа: (1) формирование локального парного утолщения покровов — собственно вентральных органов (далее — ВО); (2) активная пролиферация клеток ВО и выселения будущих нейронов и клеток глии, обособление проводящих путей: вначале — комиссуры, затем — коннективы; (3) ВО утрачивают связь с покровами личинки, но плотно прилегают к соответствующему ганглию и продолжают функционировать; (4) постепенная резорбция ВО, ганглий принимает характерный для дефинитивного организма вид.

Особое внимание мы уделили тонкому строению и активности клеток нейрональной линии при формировании ганглия. Было показано, что для клеток ВО характерен мощный цитоскелет, основу которого составляют тубулиновые микротрубочки. Подобные особенности не характерны ни для клеток покровов, граничащих с ВО, ни для клеток формирующегося ганглия (уже вышедших из состава ВО), ни для клеток «переходной зоны», расположенной в дорсальном участке ВО. На сериях тонких срезов нам удалось зафиксировать клетки, покидающие ВО поодиночке и формирующие при этом небольшие псевдоподиоподобные выросты, что свидетельствует о том, что клетки активно покидают нейроэктодермальный зачаток.

**М.Е. Кибарина, Ю.В. Сопова, С.П. Задорский**

*Санкт-Петербургский Государственный Университет, Биологический факультет, Санкт-Петербург, Россия*

[sopova@hotmail.com](mailto:sopova@hotmail.com)

## **ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВОЙ КАПЕЛЬНОЙ ПЦР ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ АНЕУПЛОИДИИ У ДРОЖЖЕЙ *SACCHAROMYCES CEREVISIAE*.**

Нестабильность генома, наблюдаемая в раковых клетках, зачастую приводит к изменению числа хромосом - анеуплоидии [1]. Дрожжи *S.cerevisiae* - удобный модельный объект для изучения влияния различных факторов, вызывающих анеуплоидию. Для оценки количества копий хромосом у дрожжей применяется целый ряд методов: проточная цитометрия, ПЦР, однако для повышения достоверности получаемых результатов приходится использовать комбинации этих методов [2]. Цифровая капельная ПЦР (ddPCR) позволяет получить результаты с высокой степенью достоверности без привлечения дополнительных методов. Для проведения ddPCR мы используем систему QX100 Droplet Digital PCR System (Bio-rad), которая позволяет определить количество копий гена с точностью соотношения 1.2х. Для анализа дрожжевого генома мы используем по две пары праймеров, специфичных к прицентромерным областям каждой из 16 хромосом дрожжей. В качестве положительного и отрицательного контроля мы используем штаммы с известной ploidy, количество хромосом определяем с помощью программы Quantasoft (Bio-rad). Согласно нашим и литературным данным, анеуплоидия по разным хромосомам у лабораторных штаммов дрожжей *S.cerevisiae* встречается часто и может приводить к появлению у таких штаммов адаптивного преимущества. Это исследование проводится лабораторией физиологической генетики в сотрудничестве с ресурсным центром «Развитие молекулярных и клеточных технологий», который предоставляет систему QX100 Droplet Digital PCR System.

### ***Литература***

- [1] BA Weaver, DW Cleveland. Does aneuploidy cause cancer? *Curr Opin Cell Biol*, 18:658–667 (2006)
- [2] N Pavelka, G Rancati, J Zhu, WD Bradford, A Saraf, L Florens, BW Sanderson, GL Hattem, R Li. Aneuploidy confers quantitative proteome changes and phenotypic variation in budding yeast. *Nature*, 468:321–325. (2010)



УДК 581.8

**Е.В. Тютерева., А.Н. Иванова, О.В. Войцеховская**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Ботанический  
институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия  
[ovoitse@yandex.ru](mailto:ovoitse@yandex.ru); [tuterlena@mail.ru](mailto:tuterlena@mail.ru)

## **ИЗУЧЕНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ТИЛАКОИДНЫХ МЕМБРАН У ДВУХ ФЕНОТИПОВ МУТАНТА ЯЧМЕНЯ *CHLORINA 3613* С ПОМОЩЬЮ ПРОСВЕЧИВАЮЩЕЙ ЭЛЕКТРОННОЙ МИКРОСКОПИИ**

Исследовали значение изменений стехиометрии пигмент-белковых комплексов фотосинтетического аппарата (ПБК ФА) для организации тилакоидных мембран и поддержания фотосинтетической активности хлоропластов [1]. Объектом исследования был мутант ячменя *chlorina 3613* (*clo-f2<sup>3613</sup>*), отличающийся редукцией антенных комплексов обеих фотосистем. Ранее нами посредством особой техники выращивания был получен фенотип этого мутанта с необычно высоким уровнем фотосинтеза. В рамках данной работы проводили сравнительные исследования организации хлоропластов двух фенотипов этого мутанта с разным уровнем фотосинтеза. Биохимическими методами у высокопродуктивного фенотипа было выявлено накопление мономерных форм ФС2 и увеличение размеров малой антенны ФС2 на фоне полного отсутствия главной антенны ФС2 мутанта. С помощью методов трансмиссионной электронной микроскопии исследовано влияние этих изменений на архитектуру тилакоидных мембран и выявлены морфологические признаки стабилизации ПБК ФА в мембранах высокопродуктивного фенотипа мутанта. В клетках мезофилла этого фенотипа были показаны две популяции хлоропластов: 1) с низкими гранами и многочисленными стромальными тилакоидами и 2) с развитой мембранной системой, включающей многотилакоидные граны с высокой степенью стэкинга. Исследована форма и расположение ПБК ФА на периплазматической и экзоплазматической сторонах гранальных мембран. Исследования поддержаны Российским Научным Фондом (РНФ), проект №14-16-00120. Работы выполнены с использованием оборудования ресурсного центра «Развитие молекулярных и клеточных технологий» СПбГУ.

### **Литература**

[1] R. Nevo, D. Charuvi, O. Tsabari and Z. Reich Composition, architecture and dynamics of the photosynthetic apparatus in higher plants, *The Plant Journal* (2012) 70, 157–176.

**Г.С.Куприянова, А.В. Богайчук, С.А.Ружьева**

*Балтийский Федеральный университет им. И.Канта, ул. Невского, 14,  
Калининград, 236041*

## **ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ЯДЕРНОГО МАГНИТНОГО РЕЗОНАНСА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ ТКАНЕЙ**

Метод ядерного магнитного резонанса дает нам важную информацию как о молекулярной структуре, так и ее подвижности и о движении отдельных молекулярных фрагментах. Такая информация может быть извлечена из данных о химических сдвигах  $^1\text{H}$ ,  $^{13}\text{C}$  и из исследования времен спин-решеточной и спин-спиновой релаксации  $T_1$ ,  $T_2$ , из ядерного эффекта Оверхаузера. Все эти характеристики определяются функциями спектральных плотностей флуктуирующих магнитных и неоднородных электрических полей в веществе, которые непосредственно связаны со структурными параметрами молекул и временами корреляции молекулярного движения. Если в релаксацию ядер вносят вклад несколько типов взаимодействий, то могут иметь место также корреляционные механизмы релаксации. Наиболее интересные данные о движении отдельных фрагментов могут быть получены из релаксационных данных  $\text{CH}_2$  групп, которым в литературе уделяется большое внимание.

В данной работе были изучены образцы жировой ткани с различным содержанием дейтерия методами  $^1\text{H}$ ,  $^{13}\text{C}$  и  $^2\text{H}$  ЯМР. Измерения проводились на спектрометре VARIAN 400МГц. Корреляционные эксперименты COSY ( $^{13}\text{C}$ - $^1\text{H}$ ) были проведены для отнесения сигналов. Особое внимание уделялось изучению  $^1\text{H}$  и  $^{13}\text{C}$  релаксации  $\text{CH}_2$  групп с точки зрения определения модели вращательного движения. Для выяснения механизмов обмена между протонами и дейтерием при повышении концентрации дейтерия в образцах были проведены эксперименты NOESY. Стандартные методики инверсия-восстановление использовались для измерения продольной релаксации и Мейбула- Гилла для измерения поперечной релаксации  $^1\text{H}$ ,  $^{13}\text{C}$ .

Предварительные исследования показали, что  $^1\text{H}$  ЯМР спектры всех исследованных образцов имеют характерные пики, свойственные жировой ткани. В нашем исследовании было получено, что интенсивность  $^1\text{H}$  сигналов, отнесенных к  $\text{CH}_2$  группам, меняется от образца к образцу. Более существенные различия в структуре спектров от разных образцов наблюдаются в  $^{13}\text{C}$  ЯМР спектрах в области сигналов, отнесенных к  $\text{CH}_2$  группам.

Для интерпретации релаксационных данных была использована предложена модель на основе операторного формализма, в рамках которой

были использованы уравнения, описывающие релаксацию каждой компоненты триплета  $^{13}\text{C}$  ЯМР от  $\text{CH}_2$  группы. Были получены выражения для скоростей продольной релаксации каждой линии спектра ядра  $^{13}\text{C}$ , скалярно связанной с двумя протонами. В данной модели были учтены процессы обмена, которые могут возникнуть при повышении концентрации дейтерия.

Для описания различных типов внутреннего молекулярного движения использовались модели жесткой молекулы, вращательных прыжков в области, ограниченной некоторым углом. Функции корреляции для описания молекулярного движения были заданы в виде сходящегося ряда.

### **Заключение.**

Исследования показали, что образцы жировой ткани имеют существенное различие в количестве и в подвижности  $\text{CH}_2$  групп образцов жировой ткани. Времена релаксации крайних компонент различаются для  $\text{CH}_2$  групп, входящих в цепочку  $(\text{CH}_2)_n$  и описываются моделью вращательных прыжков в ограниченной области. Подвижность групп зависела от содержания дейтерия в образце. В образцах, концентрация дейтерия в которых была 1000ppm и 5000ppm наблюдались обменные процессы между протонами  $^1\text{H}$  и дейтерием  $^2\text{D}$ . Было получено, что в обменный процесс вовлекаются протоны, не только групп  $\text{OH}$ , но группы  $\text{CH}_2$ .

### **Литература**

- [1] Ernst M., Ernst R. J. Magn. Reson. Heteronuclear dipolar cross-correlation cross-relaxation for the investigation of side-chain motions. 1994, v. A 110, p. 202
- [2] B. Vögeli J. Chem. Phys. 133, 014501 (2010);
- [3] G. Lipari and A. Szabo, J. Am. Chem. Soc. **104**, 4546 1982

**О.А. Гаврилова, Д.А. Брицкий**

*Ботанический институт им. В.Л.Комарова РАН, Санкт-Петербург,  
Российская Федерация*

[olgabin@rambler.ru](mailto:olgabin@rambler.ru), [dmibri@mail.ru](mailto:dmibri@mail.ru)

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ОБОЛОЧКИ ПЫЛЬЦЕВЫХ ЗЕРЕН С ПОМОЩЬЮ КОНФОКАЛЬНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНИРУЮЩЕГО МИКРОСКОПА (КЛСМ)**

Целями проведенной работы было выявление возможностей КЛСМ для палиноморфологии и разработка методики ее использования в палинологических исследованиях. Данный метод представляется особенно перспективным и удобным для палинологических исследований, благодаря автофлуоресценции спорополенина, из которого состоит оболочка пыльцевого зерна. Дополнительную ценность методу добавляет возможность 3-D-реконструкции исследованных объектов. Нами исследованы пыльцевые зерна 9 видов следующих родов из различных семейств голосемянных и цветковых растений: *Acacia* (*Fabaceae*), *Berberis* (*Berberidaceae*), *Cedrus* (*Pinaceae*), *Euonymus* (*Celastraceae*), *Grossularia* (*Grossulariaceae*), *Hibiscus* (*Malvaceae*), *Platycaria* (*Juglandaceae*), *Primula* (*Primulaceae*), *Salsola* (*Chenopodiaceae*). Изученные виды существенно отличаются по морфологии и строению пыльцевых зерен, что позволило установить, для изучения каких признаков метод является наиболее информативным. Пыльцевые зерна, обработанные по стандартному ацетолизному методу, заключали в глицерин-желатин, дополнительное окрашивание не проводилось. Сканирование велось с использованием лазера 561 нм при объективах х 40, х 63 и х 100 с масляной иммерсией. Было обнаружено, что максимум флуоресценции оболочки пыльцевых зерен возникает при 610-690 нм. Для 3-D реконструкции расстояние между виртуальными срезами было установлено 0,2-0,4 мкм. КЛСМ позволяет составить более подробное и информативное, по сравнению со световой микроскопией, описание зерен, используя тот же препарат. Мы получили возможность исследования внутреннего строения пыльцевых зерен, тетрад и полиад. Полученные результаты позволяют уточнить характер экто- и эндоапертур, и более точно, по сравнению с классическими методами, описать их расположения. Однако мелкие детали строения поверхности и тонкая структура экзины доступны для изучения только с помощью электронной микроскопии.

Исследования проводились в Центре коллективного пользования БИРАН на КЛСМ LSM 780 (Carl Zeiss), программное обеспечение Zen 2011.

УДК 581.822

**А.Н. Иванова, Н.А. Костин, Я.Г. Борисов, М.Г. Воробьев**  
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН,  
Санкт-Петербург, Россия  
[alyx@bk.ru](mailto:alyx@bk.ru)

## **ИЗУЧЕНИЕ СЕКРЕТОРНЫХ СТРУКТУР РАСТЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДОВ МИКРОСКОПИИ**

Исследовали состав секрета и ультраструктуру клеток секреторных каналов плодов *Eleuterococcus senticosus* (Araliaceae) и железистых трихом, расположенных на поверхности листьев у нескольких видов *Cleome* (Cleomaceae).

Гистохимические тесты показали присутствие терпеноидов, флавоноидов и полисахаридов в секрете у всех изученных видов. На уровне электронной микроскопии выявлено несколько морфологических типов содержимого каналов плодов *E. senticosus*. Клетки, граничащие с содержимым определенной морфологии, имеют свои особенности ультраструктуры, также различается и способ выведения секрета разных морфологических типов. Это указывает на различия в составе секрета клеток одного секреторного канала.

На поверхности надземных органов растений *Cleome* расположены железистые трихомы нескольких различные по своей морфологии, строению, составу секрета. Выявлена корреляция ультраструктурных характеристик секреторных клеток с составом секрета железок. У одного из типов железок в оболочках секреторных клеток отмечена максимальная интенсивность флуоресценции в присутствии Naturstoff Reagent A на оптических срезах, полученных на конфокальном микроскопе, что указывает на преимущественную локализацию там фенилпропаноидов. Это совпадает с данными трансмиссионной электронной микроскопии.

Использование современных методов световой, электронной и конфокальной микроскопии позволяет охарактеризовать состав секрета, производимого не только отдельными секреторными структурами, но и отдельными клетками, и установить его внутриклеточную локализацию, тем самым уточнить роль клеточных компонентов в синтезе различных соединений вторичного метаболизма.

Исследование поддержано грантом РФФИ (12-04-01298) и проведено с использованием оборудования РЦ РМиКТ СПбГУ.

**М.В. Белоусов, С.А. Бондарев, Г.А. Журавлева**

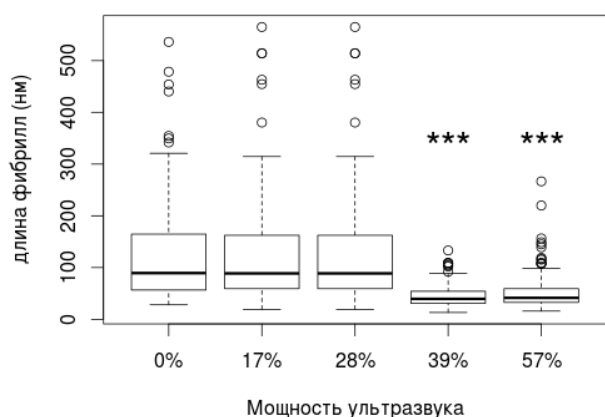
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение «Санкт-Петербургский государственный университет», биологический факультет, кафедра генетики и биотехнологии, г. Санкт-Петербург, Россия

[belousovmix@gmail.com](mailto:belousovmix@gmail.com)

## ОПТИМИЗАЦИЯ УСЛОВИЙ РАЗРУШЕНИЯ АМИЛОИДНЫХ ФИБРИЛЛ Sup35N<sup>Mr</sup> УЛЬТРАЗВУКОМ

Белок Sup35 в клетках дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* участвует в контроле синтеза белка, но кроме этого, при переходе в альтернативную конформацию, может образовывать прион. Белок при этом формирует амилоидные агрегаты. Этот фактор впоследствии может стабильно передаваться в череде поколений и вызывает изменения фенотипа клеток. Уникальной особенностью прионов является их способность индуцировать изменение укладки конкретного белка по «своему образу и подобию». Согласно современным представлениям, это свойство определяется не первичной структурой белка, а его конформацией.

Для ряда экспериментов *in vitro* необходимо разрушать агрегаты Sup35N<sup>Mr</sup> до коротких фрагментов. Удобным методом является обработка ультразвуком, однако данный подход требует подбора условий. Именно на это была направлена наша работа. Для этого мы обработали агрегаты Sup35N<sup>Mr</sup> ультразвуком при различной мощности прибора (Bandelin sonoplus, Teoral), а затем сравнили их линейные параметры. Анализ препаратов осуществляли с помощью просвечивающего электронного микроскопа JEM Jeol-2100 на базе ресурсного центра «Развитие молекулярных и клеточных технологий» СПбГУ.



Согласно полученным данным 39% мощности прибора достаточно для эффективной фрагментации фибрилл. Последующее увеличение мощности не ведёт к дальнейшему дроблению фибрилл. Это позволяет оптимизировать данную методику, и в ходе экспериментов фрагментировать агрегаты при мощности ~ 40%.

Рисунок 1. Результаты сравнения длин фибрилл, образованных Sup35N<sup>Mr</sup>. Измерения проводили по микрофотографиям в программе ImageJ. На каждом препарате анализировали не менее 100 фибрилл. Статистическую обработку проводили с помощью критерия Вилкоксона (\*\*\*) —  $p < 0,001$ .

Работа выполнена при поддержке НИР 1.50.1041.2014, 1.50.2218.2013.

УДК611.811.013:611.811.018

**А.А. Козлова<sup>1</sup>, Н.А. Сидорова<sup>2</sup>, Л.А. Ткаченко<sup>1</sup>**

*<sup>1</sup>Санкт-Петербургский государственный университет, биологический факультет, Санкт-Петербург, Россия<sup>2</sup>Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет, Санкт-Петербург, Россия*

*[Alyonchca@yandex.ru](mailto:Alyonchca@yandex.ru)*

## **ИММУНОГИСТОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НЕЙРОНОВ СЛОЯ I КОРЫ МОЗГА ЧЕЛОВЕКА В ПРЕНАТАЛЬНОМ ОНТОГЕНЕЗЕ**

Слой I неокортекса является ключевой структурой в процессах миграции и дифференцировки нейронов, его организация в развивающемся мозге человека остается малоизученной, а классификации его клеток, нейронов Кахаля-Ретциуса, не согласованы. В настоящем исследовании проведен иммуногистохимический анализ структурной организации слоя I коры полушарий мозга человека во второй половине гестационного периода.

Исследование выполнено на аутопсийном фетальном материале 24-31 гестационных недель. Иммуногистохимическое маркирование этапов кортикогенеза и созревания нейронов I слоя проводили с использованием антител против белков N200, MAP2 и рилина. Для локализации иммунопозитивных клеток срезы подкрашивали флуоресцентным ядерным красителем DAPI. Трехмерная визуализация структурной организации слоя I была проведена с помощью программы Vitplane Imaris (РЦ «Развитие молекулярных и клеточных технологий», СПбГУ).

В результате исследования показано, что нейроны Кахаля-Ретциуса в слое I коры мозга человека представлены тремя типами, что соответствует классификации Марин-Падиллы (1982): треугольными, горизонтальными и иррегулярными. Данные типы нейронов демонстрируют разную локализацию маркеров, а маркеры, в свою очередь, окрашивают разные части клеток. Так MAP2 окрашивает тела всех типов нейронов и проксимальные отделы их дендритов. N200, помимо тел нейронов, окрашивает дендритное дерево, вплоть до самых дистальных ветвлений, и аксоны. Кроме того, в нижней части слоя I идентифицировано сплетение толстых и тонких переплетающихся N200-позитивных отростков, которые мы не смогли однозначно идентифицировать как аксоны или дендриты нейронов. Иммунопозитивность к рилину, специфическому маркеру клеток Кахаля-Ретциуса, демонстрировали только тела треугольных и иррегулярных клеток. Сравнение результатов нашего исследования с данными литературы указывает на более сложную, по сравнению с животными, организацию слоя I неокортекса мозга человека.

УДК (57.017.642; 57.012.4)

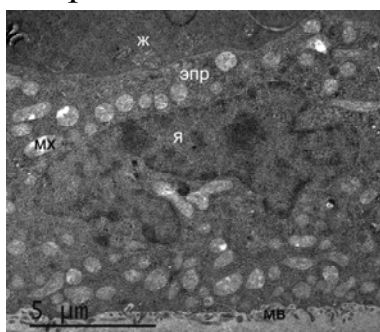
**Е.А. Кондакова, В.И. Ефремов**

Санкт-Петербургский Государственный университет, Биологический факультет, Санкт-Петербург, Россия  
[23eak@mail.ru](mailto:23eak@mail.ru)

## ИССЛЕДОВАНИЕ УЛЬТРАСТРУКТУРЫ ЖЕЛТОЧНОГО СИНЦИТИАЛЬНОГО СЛОЯ ЛИЧИНОК *Danio rerio* (TELEOSTEI)

Желточный синцитиальный слой (ЖСС) зародышей и личинок Костистых рыб — это симпластическая многофункциональная провизорная система. Был изучен ЖСС личинок *Danio rerio* в возрасте 3-6 суток после оплодотворения, до и с началом активного питания.

Был произведен предварительный подбор концентраций фиксаторов и условий фиксации материала. Были применены 2,5% или 2% растворы глутарового альдегида на фосфатном буфере (2,5 ч. или 3 ч. соответственно при 4°) [1], а так же 1,5% глутаровый альдегид на какодилатном буфере при комнатной температуре и при 4° С [2]. После отмывки мы делали постфиксацию в 1% растворе OsO<sub>4</sub> на соответствующем буфере. По полученным данным фиксация 2-2,5% глутаровым альдегидом при температуре 4° С является предпочтительной. Материал был дегидратирован и залит в эпон-аралдит. Контрастирование ультратонких срезов производили уранилацетатом и цитратом свинца. Срезы изучали с помощью электронных микроскопов JEOL JEM 1400 и JEOL JEM 2100.



Для ЖСС личинок после выклева характерны небольшая толщина, относительное единообразие и небольшое количество желточных включений. С 4 суток ЖСС утолщается, возрастают количество и разнообразие желточных включений, длина и густота микроворсинок, что свидетельствует об интенсификации переработки желтка. Отмечены мембранные структуры, предположительно, перевариваемые желточные пластинки или аутофагические вакуоли.

### Литература

- [1] В.В. Семенов. Пополнение фонда половых и секреторных клеток в гонадах половозрелых самок русского осетра. *Вопр. ихтиол.* 1995. Т. 35. № 4. С. 487-495.
- [2] F.G. Faas, M.C. Avramut, van den B.M. Berg, [et al]. *Virtual nanoscopy: generation of ultra-large high resolution electron microscopy maps.* *J Cell Biol* 2012. V. 198. P. 457-69.



УДК 575.162

**А.Н. Лыхолай, Е.А. Андреева\*, А.В. Войлоков\***

Санкт-Петербургский государственный университет, биологический факультет,  
Санкт-Петербург, РФ

\*Санкт-Петербургский филиал Института общей генетики им. Н.И. Вавилова РАН,  
Санкт-Петербург, РФ,  
[lankira@mail.ru](mailto:lankira@mail.ru)

## **ВНУТРИГЕННЫЙ МАРКЕР ДЛЯ КАРТИРОВАНИЯ МУТАЦИЙ ОТСУТСТВИЯ АНТОЦИАНА У РЖИ**

Антоцианы — пигменты растений, ответственные за окраску в красный, синий или фиолетовый цвета и обладающие защитными свойствами в условиях стресса.

В растениях ржи (*Secale cereale* L.) антоцианы обнаруживают в солоmine, листьях, колеоптилях, пыльниках, перикарпе зерновок [1]. Среди форм Петергофской генетической коллекции ржи [2] имеются безантоциановые линии (линии vi1, vi2, vi3, vi4, vi5, vi6). Гены, приводящие в этих линиях в гомозиготном состоянии к отсутствию антоциана во всем растении, идентифицированы как неаллельные мутации, молекулярные основы которых неизвестны. В то же время, для растений других видов описаны мутанты с нарушениями в синтезе антоцианов, для части показано, что это структурные гены, кодирующие ферменты биосинтеза антоцианов.

Одним из ферментов биосинтеза антоцианов является антоцианидин-синтаза. Для ржи клонирован и секвенирован лишь небольшой (542 п.н.) фрагмент соответствующего гена ANS (GenBank: EU815626.1) [1], для других видов, в частности, пшеницы, известны полные сиквенсы генов ANS. На основе выравнивания нуклеотидных последовательностей генов ANS пшеницы нами подобраны праймеры для амплификации фрагмента длиной 580 п.н., отличного от имеющегося в GenBank. Амплификаты, наработанные на ДНК безантоциановых растений линий vi1...vi6 и контрольной линии 7, клонированы и отсекуены. Анализ полученных сиквенсов выявил различия в последовательностях, связанных с делециями/инсерциями нуклеотидов (3-6 п.н.). Полученные данные позволили создать внутригенный маркер для выявления молекулярной природы мутаций vi1...vi6.

Работа выполнена в Ресурсном центре СПбГУ «РМиКТ».

### **Литература**

- [1] Khlestkina E.K. et al., Mol. Genet. Genomics.- 2009.- V. 282(5).-pp.475-85.  
[2] Смирнов В.Г., Соснихина С.П. Генетика ржи. JL: Изд-во ЛГУ, 1984.- 264с.

**Т.В. Матвеева, И.А.Владимиров, Л.А.Лутова**

ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный университет»,  
биологический факультет, Санкт-Петербург, Россия  
[radishlet@gmail.com](mailto:radishlet@gmail.com)

## **МОЛЕКУЛЯРНЫЕ МЕТОДЫ МОНИТОРИНГА АГРОЦЕНОЗОВ НА РАСПРОСТРАНЕНИЕ АГРОБАКТЕРИЙ И ТРАНСГЕННЫХ РАСТЕНИЙ**

Агробактерии — это почвенные бактерии, вызывающие у растений заболевания корончатые галлы или косматые корни в результате экспрессии генов Т-ДНК, которая интегрируется в хромосому растения. Данное явление используют при получении трансгенных растений. По этой причине агробактерии активно изучают с различных точек зрения. Для мониторинга агробактерий нужно иметь и применять диагностические системы, позволяющие детектировать бактерию, а также идентифицировать изоляты, обладающие различной патогенностью.

В последнее время для определения видов, штаммов бактерий в различных образцах применяется ПЦР в реальном времени с помощью штаммоспецифичных праймеров/зондов. У нашей группы имеются определенные успехи в плане разработки тест-систем для обнаружения, видо- и штаммоидентификации *A.tumefaciens* и *A. rhizogenes*. Этот набор тест-систем позволяет анализировать разнообразные биоматериалы на наличие агробактерий в них, а также позволяет обнаруживать природно-трансгенные растения и трансформированные агробактерией растительные ткани. Аналогичные тест-системы могут быть использованы для оценки распространения коммерческих линий трансгенных растений. В них в качестве ДНК-мишеней для ПЦР использованы наиболее распространенные регуляторные последовательности, применяемые в генной инженерии растений. Для тонкого анализа полиморфизма ДНК агробактериального происхождения находят применение методы секвенирования, включая NGS. Эти методы позволяют оценивать внутри- и межпопуляционный полиморфизм исследуемых фрагментов ДНК.

Работа выполняется на базе РЦ «Развитие молекулярных и клеточных технологий» при поддержке грантов СПбГУ 1.39.315.2014 и 0.37.526.2013, РФФИ 14-04-01480-а и гранта СПб в сфере научной и научно-технической деятельности в 2014 году «Разработка диагностических систем для мониторинга агроценозов и оценки сельхозпродукции на наличие ГМО»

УДК575.2:582.282.23

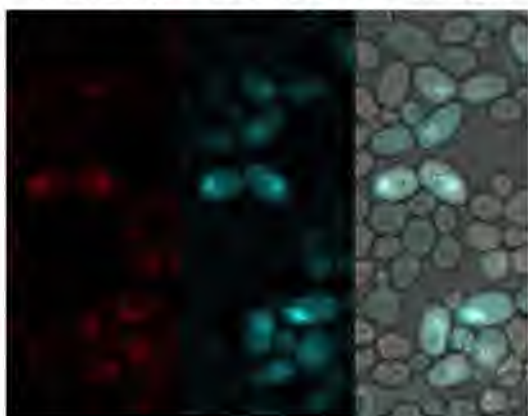
**А.Г. Матвеевко, Г.А. Журавлёва**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский  
государственный университет», Биологический факультет, Санкт-  
Петербург.  
[studentmag01@gmail.com](mailto:studentmag01@gmail.com)

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ ФЛУОРЕСЦЕНТНОЙ МИКРОСКОПИИ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ПОДДЕРЖАНИЕ ПРИОНОВ ДРОЖЖЕЙ

Дрожжи *Saccharomyces cerevisiae* являются модельным объектом для изучения прионов, так как их собственные прионы могут проявляться в виде цитоплазматически наследуемых факторов. Наиболее изученным среди них является фактор [*PSI*<sup>+</sup>]. Известно, что важную роль в поддержании прионов дрожжей играют компоненты системы клеточных шаперонов (см. [1]).

Sis1-      Cur1-      BF+  
-mCherry   -Cerulean   +merge



В нашей лаборатории была показана роль гена *CUR1* в регуляции фактора [*PSI*<sup>+</sup>]. Ранее было показано, что Cur1 является сортирующим фактором для белка Sis1, дрожжевого шаперона из семейства Hsp40, который участвует в поддержании почти всех известных дрожжевых прионов [2]. Мы предположили, что влияние Cur1 опосредованное взаимодействием с Sis1. Для проверки этой гипотезы мы коэкспрессировали в клетках дрожжей Cur1 и Sis1, маркированные флуоресцентными белками.

Конфокальную микроскопию проводили на приборе Leica TCS SP5 в ресурсном центре СПбГУ «Развитие молекулярных и клеточных технологий». В результате мы показали, что Cur1 и Sis1 колокализуются *in vivo*. Мы также установили, что при сверхэкспрессии *CUR1* в 65% клеток Sis1 меняет внутриклеточную локализацию с цитоплазматической на преимущественно ядерную, что, вероятно, и приводит к изменению свойств [*PSI*<sup>+</sup>].

### Литература

- [1] S.W.Liebman, Y.O.Chernoff, Genetics, 191, 1046 (2012).  
[2] L.Malinovska, S.Kroschwald, M.C.Munder, D.Richter, S.Alberti, MBoC, 23, 3044 (2012).

**П.Б. Дроздова, Д.Е. Полев, Э.А. Радченко, О.В. Тарасов**

Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего профессионального образования “Санкт-Петербургский государственный университет”, Санкт-Петербург, Россия

[o.tarasov@spbu.ru](mailto:o.tarasov@spbu.ru)

## **СЕКВЕНИРОВАНИЕ И СБОРКА ГЕНОМОВ ШТАММОВ *SACCHAROMYCES CEREVISIAE* ПЕТЕРГОФСКОЙ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ КОЛЛЕКЦИИ И АННОТАЦИЯ ОДНОНУКЛЕОТИДНЫХ ЗАМЕН У ЭТИХ ШТАММОВ**

Дрожжи *Saccharomyces cerevisiae* являются модельным генетическим объектом. В 1996 году штамм S288C стал первым эукариотическим отсековенным организмом [1]. К настоящему моменту прочитаны геномы многих других лабораторных и производственных штаммов (*Saccharomyces Genome Database*, [www.yeastgenome.org](http://www.yeastgenome.org)), однако не все они собраны до целых хромосом. В лаборатории физиологической генетики биологического факультета СПбГУ работают со штаммами дрожжей Петергофской Генетической Коллекции (ПГК), которая является одной из самых больших в мире [2]. Генетическая характеристика этой коллекции неполна, однако её можно улучшить с использованием методов секвенирования нового поколения.

В результате данной работы отсековены 4 штамма дрожжей из ПГК на платформе Ion Torrent PGM в ресурсном центре СПбГУ “Развитие молекулярных и клеточных технологий”. После оценки качества секвенирования риды собирали до контигов, которые впоследствии собирали до хромосом. Сборки проанализировали и сравнили со сборками других штаммов. Также анализировали и аннотировали однонуклеотидные замены, отличающие геномы этих четырёх штаммов от референсного генома (S288C). Эти данные позволят уточнить систематическое положение штаммов ПГК на эволюционном дереве вида *S. cerevisiae*, а также выявить гены, эволюция которых может быть связана с биохимическими особенностями различных групп штаммов *S. cerevisiae*.

### **Литература**

[1] A.Goffeau, B.G.Barrell, H.Bussey, R.W.Davis, B.Dujon, H.Feldmann, F.Galibert, J.D.Hoheisel, C.Jacq, M.Johnston, E.J.Louis, H.W.Mewes, Y.Murakami, P.Philippsen, H.Tettelin, S.G.Oliver, *Science*, 274, 5287, 1996.

[2] М.Г.Самсонова, В.М.Андрианова, Т.Н.Борщевская, А.С.Чунаев, *Генетика*, 30, 1123, 1994.

УДК 576.315.4; 004.932; 576.08

**М.А. Сидорова, А.В. Красикова, А.В. Маслова**

*Санкт-Петербургский государственный университет, биологический факультет,  
Санкт-Петербург, Россия  
[alla.krasikova@gmail.com](mailto:alla.krasikova@gmail.com)*

## **КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАДИАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ХРОМОСОМНЫХ РАЙОНОВ В ЯДРАХ КЛЕТОК С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММ ДЛЯ АНАЛИЗА КОНФОКАЛЬНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ**

Одним из преимуществ метода лазерной сканирующей конфокальной микроскопии (ЛСКМ) для исследования тонкого строения биологических объектов является возможность анализа пространственного (3D) положения и взаимной локализации субклеточных структур. Применение программного обеспечения и алгоритмов для обработки конфокальных цифровых изображений позволяет получить ряд количественных данных, которые используют для проверки теорий о закономерностях пространственного положения структур. В исследованиях трехмерной организации клеточного ядра ЛСКМ и количественный анализ изображений — два ключевых метода, с помощью которых было продемонстрировано упорядоченное радиальное распределение хромосом в ядрах клеток в период интерфазы.

Существует несколько подходов к количественной оценке радиального распределения внутриядерных структур, однако в завершеном виде эти алгоритмы не интегрированы в среду наиболее известных коммерческих (Imaris) и свободно распространяемых (Fiji и Nemo) программ для анализа конфокальных изображений. В настоящей работе мы провели сравнение возможности использования вышеперечисленных программ для анализа радиального положения центромерных районов хромосом в ядрах лимфобластов курицы. Мы показали, что наиболее реализуемым подходом радиальных измерений для всех трех программных пакетов являлось определение положения центромерного района хромосомы по соотношению расстояния от «центра массы» ядра до «центра массы» центромерного сигнала и длины отрезка, начинающегося в "центре массы" ядра, проходящего через "центр массы" сигнала и заканчивающегося на границе ядра. Применение функций для сегментирования объектов, определения пространственных координат и стереометрического анализа позволило провести количественную оценку радиального распределения хромосомных районов в ядрах соматических клеток курицы и подтвердить неслучайный характер этого распределения.

В работе использовано оборудование и программное обеспечение РЦ «Хромас» Научного парка СПбГУ.

УДК 543.422.4

Г. Б. Толсторожев<sup>1</sup>, М. В. Бельков<sup>1</sup>, И. В. Скорняков<sup>1</sup>, В. И. Пехньо<sup>2</sup>,  
А. Н. Козачкова<sup>2</sup>, И. П. Куценко<sup>2</sup>, Н. И. Царик<sup>2</sup>, Н. И. Шарыкина<sup>3</sup>

<sup>1</sup> - Институт физики НАН Беларуси, Минск, Беларусь

<sup>2</sup> - Институт общей и неорганической химии НАН Украины, Киев, Украина

<sup>3</sup> - Институт фармакологии и токсикологии НАМН Украины, Киев, Украина

## **ИК СПЕКТРОСКОПИЯ В ДИАГНОСТИКЕ И ХИМИОТЕРАПИИ РАКА КОМПЛЕКСАМИ ПАЛЛАДИЯ**

**Введение.** Одним из основных направлений по созданию новых противоопухолевых лекарственных средств является разработка и синтез соединений, которые обладают адресным воздействием на заранее определенные опухолевые мишени.

**Цель исследования.** поиск корреляционных зависимостей между параметрами ИК спектров опухолей саркомы молочной железы в области колебаний групп С=О молекул белков и противоопухолевой эффективностью новых препаратов, комплексов палладия, используемых в химиотерапии злокачественных новообразований.

**Материалы и методы.** Материалом для исследования являлись фрагменты тканей молочной железы человека, а также мышей после трансплантации штамма опухоли саркомы 180 до, и после лечения комплексами палладия с производными дифосфоновой кислоты.

Оценка общей химиотерапевтической эффективности препаратов проводилась сопоставлением методов ИК спектроскопии с традиционными методами, которые приняты в фармакологии (определение величины средней летальной дозы (ЛД<sub>50</sub>) и процента торможения роста опухоли).

**Результаты.** Установлены спектроскопические признаки наличия в молочной железе человека злокачественной патологии. По полученным биологическим и спектроскопическим данным препарат комплекса палладия с золедроновой кислотой оказался наиболее эффективным в химиотерапии рака.

**Выводы.** ИК Фурье-спектроскопия дает возможность фиксировать на молекулярном уровне возникновение в молочной железе злокачественных новообразований, последовательно контролировать реализацию процесса химиотерапии злокачественной патологии живых организмов, определять эффективность противоопухолевого действия новых лекарственных препаратов.

УДК 535.34; 539.1.047; 543.42

Г. Б. Толсторожев<sup>1</sup>, М. В. Бельков<sup>1</sup>, И. В. Скорняков<sup>1</sup>, О. И. Шадыро<sup>2</sup>,  
Г. А. Ксендзова<sup>2</sup>, В. Л. Сорокин<sup>2</sup>

<sup>1</sup>—Институт физики НАН Беларуси, Минск, Беларусь

<sup>2</sup>—Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь

## **ИК СПЕКТРОСКОПИЯ В ВЫЯВЛЕНИИ ФАРМАКОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГИДРОКСИЛСОДЕРЖАЩИХ ФЕНИЛАЗОМЕТИНОВ**

**Введение.** Способность вирусов приобретать устойчивость к действию традиционных лекарственных препаратов делает актуальной задачу разработки нетоксичных противовирусных агентов нового типа, которые способны регулировать свободнорадикальные процессы и ингибировать (замедлять) размножение вирусов в организме человека.

**Цель исследования.** Поиск корреляционных зависимостей между параметрами ИК спектров молекул гидроксилсодержащих ароматических соединений (ГСАС) и их противовирусными свойствами для прогнозирования фармакологической эффективности при синтезе новых лекарственных препаратов.

**Материалы и методы.** В качестве объектов исследования в работе использованы аминифенолы с различными заместителями при группе NH, а также гидроксилсодержащие фенилазометины. Исследования на клеточных культурах показали, что исследуемые ГСАС обладают разной противовирусной активностью.

Для установления природы внутримолекулярных взаимодействий изучались  $10^{-3}$  М растворы гидроксилсодержащих соединений в  $CCl_4$ . ИК спектры ГСАС регистрировались на ИК Фурье-спектрометре NEXUS при спектральном разрешении  $2\text{ см}^{-1}$  с усреднением 256 сканирований.

**Результаты.** Выявлены ИК спектроскопические параметры идентификации молекул по направленности противовирусной активности — активные, малоактивные и неактивные, которые обусловлены внутримолекулярными взаимодействиями.

**Выводы.** Главным признаком проявления высокой активности против вируса герпеса простого является преобладание в молекулах гидроксилсодержащих фенилазометинов системы внутримолекулярных водородных связей (ВВС) типа  $O-H\cdots O-H\cdots N=C$  при одновременном отсутствии в молекулах свободных гидроксильных групп OH.

Показана перспективность ИК спектроскопии для выявления взаимосвязи между спектроскопическими параметрами и фармакологической эффективностью изучаемых молекул.

**П.А.Матейкович**

*Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия*  
[enjoyman@bk.ru](mailto:enjoyman@bk.ru)

## **МЕТОДИКИ ПРИЖИЗНЕННОГО АНАЛИЗА ЗОН АКТИВАЦИИ ГОЛОВНОГО МОЗГА В ОТВЕТ НА ПРЕДОСТАВЛЕНИЕ ФЕРОМОНАЛЬНЫХ СТИМУЛОВ.**

Млекопитающие используют хемокоммуникацию при различных поведенческих реакциях: при индивидуальном узнавании, в репродуктивном и территориальном поведении. Некоторые феромональные эффекты, первоначально обнаруженные у мелких грызунов, в последствии, были показаны и для человека, причем их количество постоянно растет. Это делает перспективным, как поиск новых обонятельных эффектов человека, так и идентификацию конкретных запаховых молекул, ответственных за индукцию различных ответов нервной системы.

Одним из наиболее мощных методов выявления феромональных функций у летучих молекул является газовая хроматография-электроэнцефалография (GC-E) [1]. Принцип данного метода заключается синхронной подаче разделенной на фракции мочи в хроматографический детектор и нос мыши, с одновременным электроэнцефалографическим исследованием активности зон мозга этой мыши. Однако данный подход требует операционного вмешательства, что делает данную методику применимой только для модельных животных.

Другим перспективным подходом для прижизненного выявления активации различных зон мозга является функциональная магнитно-резонансная томография (фМРТ). Метод фМРТ позволяет выявить, как усиление, так и снижение активности различных зон мозга. Данный подход применим, как для определения человеческих феромональных эффектов [2].

На наш взгляд наиболее перспективной и до сих пор не изученной моделью поиска феромонов человека является сочетание хроматографического разделения летучих компонентов физиологических жидкостей (пот, моча) и одновременного предоставления разделенных фракций испытуемому, головной мозг которого анализируется методом фМРТ. Критерием того, что рецептируемое вещество может иметь феромональную функцию является изменение активности гипоталамуса [2].

### ***Литература***

- [1] Lin D.Y., Zhang S-Z., Block E., Katz L.C., Nature, 2005, V.434, 470-477.
- [2] Savic I., Berglund H., Gulyas B., Roland P., *et al.*, Neuron, 2001, V.31, 661–668.



## «Новые инструментальные методы в материаловедении, исследование наноструктур»

УДК 544-971, УДК 544.08

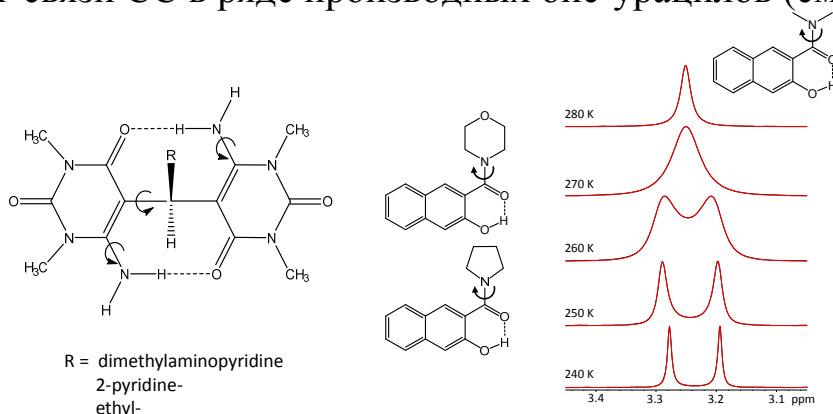
**М.А. Вовк, С.А. Пылаева, М. Сигалов, А. Филаровский,  
П.М. Толстой\***

*Санкт-Петербургский государственный университет, Институт химии,  
Санкт-Петербург, Россия*

[m.vovk@spbu.ru](mailto:m.vovk@spbu.ru), [svetlana.pylaeva@gmail.com](mailto:svetlana.pylaeva@gmail.com)

### ПРИМЕРЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДИНАМИЧЕСКОГО ЯМР ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОНСТАНТ ЗАТОРМОЖЕННОГО ВРАЩЕНИЯ ВОКРУГ СВЯЗЕЙ СС И СN

В данной работе приведен ряд примеров использования оборудования ресурсного центра «Магнитно-резонансные методы исследования» Научного парка СПбГУ для решения задачи, часто возникающей в физической химии: определения высоты барьера заторможенного внутреннего вращения вокруг связей СС и СN в органических соединениях в растворе по спектрам ЯМР. Анализ температурных зависимостей форм линий в спектрах ЯМР используется для определения высот барьеров конформационных превращений уже несколько десятилетий и поэтому не вызывает принципиальных вопросов, однако пользователи ресурсного центра часто обращаются с просьбами выполнить подобное исследование для новых соединений. В работе показано как используемая методика применялась для аппроксимации высоты энергетического барьера вращения морфолиновой, пирролидиновой и диметиламинной групп в ряде оснований Шиффа (см. рис., в центре и пример <sup>1</sup>H спектров ЯМР на рис., справа), а также для определения высоты барьера вращения группы –NH<sub>2</sub> и барьера вращения вокруг связи СС в ряде производных бис-урацилов (см. рис., слева).



УДК535.37

**И.Е. Колесников, Д.В. Толстикова, С.А. Пулькин, А.А. Маньшина,  
М.Д. Михайлов**

*Санкт-Петербургский государственный университет, физический факультет,  
Санкт-Петербург, Россия*

[ilya-kolesnikov@mail.ru](mailto:ilya-kolesnikov@mail.ru)

## **СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ПОРОШКОВ $YVO_4: Nd^{3+}$**

В настоящее время люминесцентные наночастицы, легированные ионами редкоземельных металлов, находят все более широкое применение в медицине и биотехнологии в качестве оптических меток при диагностике и терапии онкологических заболеваний, в системах освещения, в компьютерных дисплеях, в качестве скрытых меток для защиты ценных бумаг и документов и т.п. К числу перспективных люминесцентных материалов относятся наночастицы ванадата иттрия, легированные неодимом, благодаря возможности возбуждения и наблюдения люминесценции в ИК-диапазоне.

Среди всех методов, используемых для получения данных наночастиц, золь-гель метод в варианте разложения металл полимерных комплексов (метод Печини) выделяется как наиболее универсальный, практичный и недорогой. Метод Печини основан на термическом разложении геля при температурах 600–1000 °С, который образуется в результате реакции этерификации между цитратным комплексом металлов и этиленгликолем.

В данном исследовании нанокристаллические порошки  $YVO_4: Nd^{3+}$  были синтезированы модифицированным методом Печини. Структурные свойства полученных образцов были исследованы с помощью рентгенофазового анализа, сканирующей электронной микроскопии и спектроскопии комбинационного рассеяния. Элементный анализ проводился методом энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии. Для изучения люминесцентных свойств измерялись спектры люминесценции и спектры возбуждения люминесценции. Измерение концентрационной серии образцов позволило определить значение оптимальной концентрации легирования ионами неодима матрицы ванадата иттрия с точки зрения интенсивности люминесценции. Кроме того, было проведено исследование зависимости времени жизни возбужденного уровня  $^4F_{3/2}$  от концентрации ионов неодима.

Данная работа выполнена при поддержке Министерства Образования и Науки (соглашение № 14.604.21.0078). Спектроскопические измерения выполнены в РЦ ОЛМИВ.

УДК 544.536

**Мерещенко А.С., Ольшин П.К., Скрипкин М.Ю., Тверьянович Ю.С.**  
*Институт Химии, Санкт-Петербургский Государственный  
Университет, Санкт-Петербург, Россия*  
[andreym@chem.spbu.ru](mailto:andreym@chem.spbu.ru)

## **ФОТОХИМИЯ ХЛОРИДНЫХ КОМПЛЕКСОВ МЕДИ(II) В АЦЕТОНИТРИЛЕ**

В данной работе была изучена фотохимия трех заряженных хлоридных комплексов меди(II) в растворе ацетонитрила,  $\text{CuCl}^+$ ,  $\text{CuCl}_3^-$ , и  $\text{CuCl}_4^{2-}$ , методами актинометрии и фемтосекундной спектроскопии поглощения и выявлены основные пути релаксации возбужденного электронного состояния переноса заряда с лиганда на металл (ПЗЛМ). Основная часть изучаемых комплексов в возбужденном ПЗЛМ состоянии релаксирует в основное электронное состояние через d-d возбужденные состояния. Небольшая часть комплексов  $[\text{Cu}^{\text{II}}\text{Cl}_n]^{2-n}$  в возбужденном ПЗЛМ состоянии диссоциирует с образованием ионных продуктов без изменения степени окисления иона меди ( $[\text{Cu}^{\text{II}}\text{Cl}_{n-1}]^{3-n} + \text{Cl}^-$ ) либо радикальных продуктов ( $[\text{Cu}^{\text{I}}\text{Cl}_{n-1}]^{2-n} + \text{Cl}^*$ ), причем данный процесс сопровождается восстановлением меди(II) до меди(I). Хлоридные комплексы меди являются лабильными комплексами, поэтому продукты ионной диссоциации рекомбинируют образуя исходные комплексы. Радикальные продукты реакции приводят к последующей цепи химических реакций, например, реагируют с растворителем. Квантовый выход фотовосстановления меди(II) до меди(I) полученный по результатам актинометрии коррелирует с результатами фемтосекундной спектроскопии поглощения и не зависит от присутствия кислорода в растворе. Так, комплекс  $\text{CuCl}^+$  характеризуется максимальным квантовым выходом фотовосстановления меди(II) до меди(I), 5 %, и соответствует максимальному выходу радикальных продуктов фотодиссоциации на 1 нс. Комплекс  $\text{CuCl}_3^-$  характеризуется промежуточным квантовым выходом фотовосстановления меди(II) до меди(I), 1.5 %, и соответствует промежуточному выходу радикальных продуктов фотодиссоциации на 1 нс. По данным актинометрии, комплекс  $\text{CuCl}_4^{2-}$  - фотостабильный. Для данного комплекса было показано отсутствие радикального канала фотодиссоциации.

А.С. Мерещенко выражает благодарность СПбГУ за финансовую поддержку (грант постдоков № 12.50.1562.2013). Авторы выражают благодарность фонду РФФИ (проект № 14-03-01003).

**М.А. Вовк, А.С. Конева, Е.А. Сафонова**

Санкт-Петербургский государственный университет, научный парк,  
Санкт-Петербург, Россия

[m.vovk@spbu.ru](mailto:m.vovk@spbu.ru)

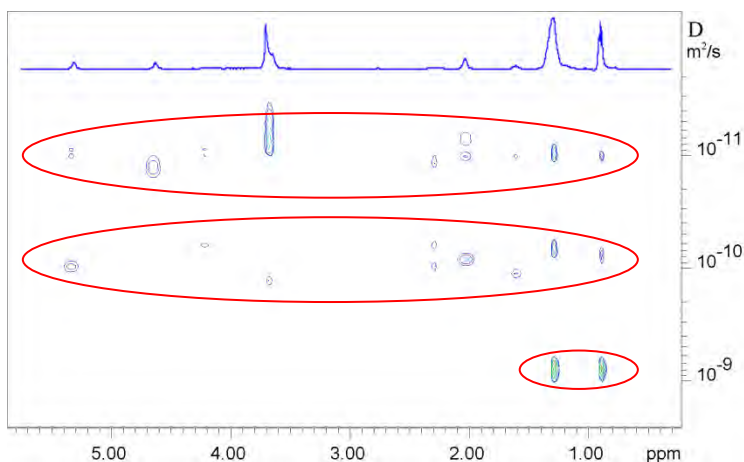
## ВОЗМОЖНОСТИ ПО ИЗМЕРЕНИЮ ДИФФУЗИИ В РЦ МРМИ НА ПРИМЕРЕ МИКРОЭМУЛЬСИЙ

Метод диффузно-упорядоченной спектроскопии ЯМР (DOSY) позволяет получить отдельные спектры компонентов смеси на основании различия скорости их диффузии. Помимо стандартного градиентного оборудования для измерения диффузии в жидкостях, в РЦ МРМИ есть градиентный усилитель Bruker 60A с датчиками Diff30 и Diff50 и набором 5 мм катушек для ядер  $^1\text{H}$ ,  $^2\text{H}$ ,  $^7\text{Li}$ ,  $^{13}\text{C}\{^1\text{H}\}$ ,  $^{19}\text{F}$ ,  $^{23}\text{Na}$ ,  $^{31}\text{P}$ ,  $^{133}\text{Cs}$ . Датчики позволяют расширить диапазон доступных коэффициентов диффузии до  $10^{-8}$  —  $10^{-13}$  м<sup>2</sup>/с. Доступный диапазон температур от -40 до +80°C

***В данной работе приводится пример изучения микроэмульсий методом диффузии***

Исследовались микроэмульсии типа «вода в масле». Образцы представляли дисперсию воды в неполярной органической фазе, стабилизированную смесью поверхностно-активных веществ. Цель проекта - получить информацию о структурных превращениях в исследуемых системах при изменении концентрации компонентов и температуры.

Спектры  $^1\text{H}$  DOSY (см. рис.) позволили выделить компоненты, различающиеся по коэффициентам диффузии  $D$  и относящиеся к органическому растворителю (1), свободным ПАВ (2) и мицеллам (3). Измерение



диффузии ядер различного сорта, входящих в состав растворителя или растворенных веществ, дает дополнительную информацию о структуре. В частности, из спектров  $^2\text{H}$  DOSY были оценены коэффициенты диффузии капель  $\text{D}_2\text{O}$  в составе мицелл и произведено их сравнение с коэффициентами диффузии, полученными в протонном спектре.

УДК (538.9)

**Е.В. Кукушкина, М.Г. Шеляпина**

Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Петродворец, Университетский пр. д. 26

[e.kurenkova@spbu.ru](mailto:e.kurenkova@spbu.ru)

## СРАВНЕНИЕ И АНАЛИЗ СПЕКТРОВ ЯМР НА ЯДРАХ $^{51}\text{V}$ В СПЛАВАХ $\text{Fe}_{100-x}\text{V}_x$ И $\text{YFe}_{12-x}\text{V}_x$

Системы типа  $\text{Fe}_{100-x}\text{V}_x$  и  $\text{YFe}_{12-x}\text{Fe}_x$  образуют класс соединений с уникальными магнитными свойствами. Известно, что ванадий — немагнитный металл. Однако в сплавах с железом атомы ванадия могут иметь наведенный магнитный момент до  $1\mu\text{B}$  [1]. Сплавы  $\text{Fe}_{100-x}\text{V}_x$  кристаллизуются в ОЦК решетку во всем диапазоне концентрации ванадия  $x$ , где позиция  $2a$  занята атомом Fe либо V.  $\text{YFe}_{12-x}\text{V}_x$  для  $x \leq 4$  имеют структурный тип  $\text{ThMn}_{12}$ , где атомы Fe и V занимают позиции  $8f$ ,  $8i$  и  $8j$ . Согласно данным нейтронографии и кругового дихроизма рентгеновских лучей [1-2], магнитные подрешетки Fe и V связаны антиферромагнитно. Однако данные методы дают лишь усреднённые характеристики. Метод ядерного магнитного резонанса (ЯМР) в нулевом поле позволяет получить информацию о локальном окружении ядер  $^{51}\text{V}$  в неупорядоченных сплавах.

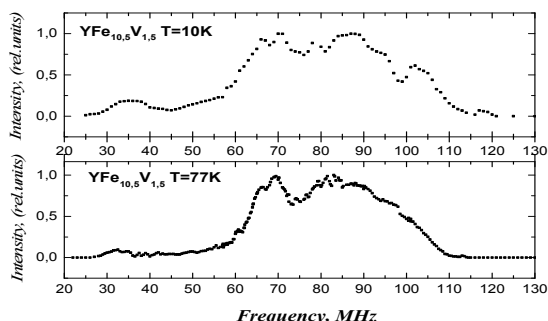


Рисунок 1. Спектры ЯМР  $^{51}\text{V}$  в  $\text{YFe}_{10.5}\text{V}_{1.5}$  при  $T=10\text{K}, 77\text{K}$

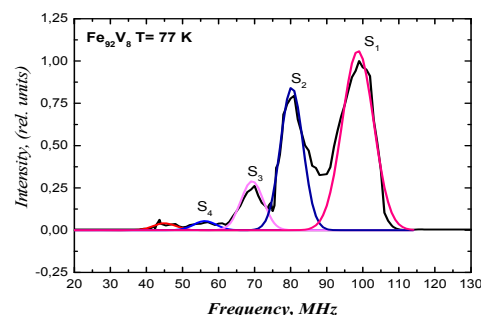


Рисунок 2. Спектр ЯМР  $^{51}\text{V}$  в  $\text{Fe}_{92}\text{V}_8$  при  $T=77\text{K}$

В данной работе представлены результаты исследований соединений  $\text{Fe}_{92}\text{V}_8$  и  $\text{YFe}_{12-x}\text{V}_x$  ( $x = 1.5, 2, 2.5, 3, 3.5$ ) методом ЯМР спинового эха на ядрах  $^{51}\text{V}$  при  $T = 10\text{K}$  и  $77\text{K}$ . Измерения выполнены на спектрометре Testmag Redstone. Спектры представлены на Рис. 1 и 2. На основе полученных спектров была построена модель локальной структуры сплавов, определены магнитные моменты на атомах V.

Работа была выполнена в РЦ МРМИ СПбГУ.

### Литература

- [1] I. Mirebeau, G. Parette et al, J.Phys. F: Met.Phys., 12 (1982) 25-37
- [2] M. Finazzi, E. Kolb et al, J. Magn.Magn.Mater 165 (1997) 373-376

**Е.В. Борисов, В.Ф. Агемян, А.Ю. Серов**

*Санкт-Петербургский Государственный Университет, физический факультет, Санкт-Петербург, Россия*

[eugene.borisov@spbu.ru](mailto:eugene.borisov@spbu.ru)

## **ЗАВИСИМОСТЬ ОПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СЛОЕВ КРИСТАЛЛА GaN ОТ УРОВНЯ ЛЕГИРОВАНИЯ КРЕМНИЕМ**

Нитрид галлия и разнообразные наноструктуры на его основе относятся к числу широкозонных полупроводниковых систем наиболее востребованных для прикладных и научных целей. Оптические свойства кристаллов GaN со структурой вюрцита определяются переходами между тремя валентными подзонами  $\Gamma_9$ ,  $\Gamma_7$  и  $\Gamma_7$  и зоной проводимости  $\Gamma_6$ , которым соответствуют экситонные резонансы с большими силами осциллятора (экситоны А, В и С соответственно).

Целью настоящей работы является исследование экситонных спектров и спектров комбинационного рассеяния света эпитаксиальных слоев нитрида галлия в зависимости от уровня легирования кремнием. Концентрации доноров исследованных образцов  $\#1 - 5$  составляют  $4,1 \cdot 10^{16}$ ,  $3,1 \cdot 10^{17}$ ,  $1,4 \cdot 10^{18}$ ,  $3,4 \cdot 10^{18}$  и  $4,8 \cdot 10^{19} \text{ см}^{-3}$  соответственно.

Экситонные резонансы в спектре поглощения (отражения) слоев GaN, выращенных на сапфировой подложке, смещены в сторону низких энергий относительно спектра свободного кристалла. По мере увеличения концентрации доноров  $N_d$  полосы спектра экситонного отражения уширяются и сдвигаются в сторону низких энергий, при  $N_d > 3 \cdot 10^{18} \text{ см}^{-3}$  линии  $A_{n=1}$  и  $B_{n=1}$  уже не наблюдаются.

В спектре излучения образца  $\#1$  при  $T = 5 \text{ К}$  присутствуют полосы свободных экситонов  $A_{n=1}$ ,  $A_{n=2}$  и  $B_{n=1}$ , полосы  $D^0x$  и  $A^0x$  экситонов, связанных на нейтральных донорах и акцепторах, а также фононные реплики свободных и связанных экситонов, соответствующие испусканию ЛО-фононов с энергией  $91 \text{ meV}$ . В экситонных спектрах и ВАХ эпитаксиальных слоев GaN в интервале концентраций кремния от  $10^{18}$  до  $5 \cdot 10^{19} \text{ см}^{-3}$  ярко проявляются образование примесной зоны и ее слияние с зоной проводимости.

Изучены спектры комбинационного рассеяния (КРС) системы сапфир — нитрид галлия, идентифицированы фононы, активные в спектре рассеяния. Дополнительная структура в спектрах КРС соответствует эффекту фонон-плазмонного взаимодействия.

УДК 539.2

**А.С. Перепелица, О.В. Овчинников, М.С. Смирнов, Т. С. Шатских**  
ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет», 394006  
Воронеж, Россия  
[A-Perpelitsa@yandex.ru](mailto:A-Perpelitsa@yandex.ru)

## **СТРУКТУРНЫЕ СВОЙСТВА АНСАМБЛЕЙ КОЛЛОИДНЫХ КВАНТОВЫХ ТОЧЕК $Ag_2S$ В ЖЕЛАТИНЕ**

Исследование размерных эффектов в полупроводниковых коллоидных квантовых точках (КТ)  $Ag_2S$  представляет фундаментальный и практический интерес, с точки зрения биомедицинских приложений [1], обусловленный исходно сравнительно узкой шириной запрещенной зоны (1.0 эВ), низкой водорастворимостью и токсичностью соединения  $Ag_2S$ .

В работе исследованы КТ  $Ag_2S$ , приготовленные низкотемпературным золь-гель методом при 70°C в желатиновой матрице. Исследования XRD показали, что приготовленные КТ  $Ag_2S$  обладают моноклинной кристаллической решеткой.

Анализ изображений, полученных с помощью просвечивающего электронного микроскопа LEO912 ABOMEGA, показал, что отношениям массы получаемых КТ  $Ag_2S$  к массе желатина, составляющим  $3.82 \cdot 10^{-2}$  м.д.,  $10^{-2}$  м.д.,  $9.3 \cdot 10^{-1}$  м.д.  $3.82 \cdot 10^{-1}$  м.д. и  $1.07 \cdot 10^{-1}$  м.д., соответствуют ансамбли КТ средними размерами  $2.5 \pm 1.1$  нм,  $3.2 \pm 1.6$  нм,  $5.3 \pm 2$  нм,  $2.2 \pm 0.9$  нм и  $4 \pm 1.5$  нм. Существенный разброс по размерам 25-50% обусловлен избранным подходом к синтезу КТ  $Ag_2S$  в водном растворе полимера. Стоит отметить неоднородную структуру изображения коллоидных КТ  $Ag_2S$ , так для КТ максимальных размеров отчетливо наблюдали темное пятно в центре и светлое кольцо вокруг. Сопоставление темнопольных и светлопольных изображений, позволило интерпретировать темное пятно как кристаллическое ядро  $Ag_2S$ , а светлое кольцо, как оболочку, состоящую, по-видимому, из желатины и ее комплексов с компонентами синтеза. Формирование достаточно плотной оболочки толщиной 2.5-4.0 нм из желатины вокруг серебросодержащих полупроводниковых частиц, включая  $AgHal$ , известно [2]. Оно возникает при взаимодействии полярных групп желатины с оборванными связями интерфейса КТ. Также вероятно образование комплексов желатины и компонентов синтеза КТ, в т.ч. желатинатов серебра [2]. Подобные оболочки будут препятствовать росту кристаллической решетки, типичной для КТ  $Ag_2S$ .

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 14-02-31278 мол\_а.

### **Литература**

- [1] H.Y. Yang, Y.W. Zhao, Z.Y. Zhang, H.M. Xiong, S.N. Yu. Nanotech. 24,055706 (2013).  
[2] Б.И. Шапиро. *Теоретические начала фотографического процесса*, Эдиториал, М. 2000, с.159.

**С. В. Фокина, Ю.С. Тверьянович, Е.Н. Борисов.**

*Санкт-Петербургский государственный университет, Россия*

[Svetlanav.fokina@gmail.com](mailto:Svetlanav.fokina@gmail.com)

## **ИССЛЕДОВАНИЕ НАНОСЛОИСТЫХ ПЛЕНОК СОСТАВА $\text{GeSe}_2\text{-As}_2\text{Se}_3\text{-AgI}$**

Изучение ионной проводимости в нанослоистых искусственных материалах представляет значительный интерес [1, 2]. Проводимость в данных материалах осуществляется за счет интенсивного взаимодействия между контактирующими фазами. Свойства фаз, образующих многослойный материал подбираются в зависимости от целей эксперимента. Например, если существует необходимость в подготовке стабильного стекловидного слоя с высокой ионной проводимостью, стекло должно иметь высокую концентрацию ионопроводящего соединения. Также, между температурой кристаллизации стекла и температурой стеклования должна быть значительная разница.

С этой целью была изучена стеклообразующая система  $\text{GeSe}_2 - \text{Sb}_2\text{Se}_3 - \text{AgI}$ . Составы исследованных стекол располагаются вдоль оси (1-x) ((1-й)  $\text{GeSe}_2 - y\text{Sb}_2\text{Se}_3$ ) -  $\text{AgI}$ ; где ( $0 < x < 0,5$ ) ( $0,4 \leq y \leq 0,6$ ). Стекловидная структура сплавов была подтверждена методом РФА. Проведен дифференциально-термический анализ стекол. Таким образом, были определены температура стеклования и температуры кристаллизации. Тонкие пленки стекол были получены путем лазерной абляции в вакууме. Поверхность пленки исследовали методом сканирующей электронной микроскопии. Химический состав пленок контролировали с помощью EDA. Ионная проводимость объемных образцов стекол и пленок исследовалась с помощью импедансной спектроскопии.

### ***Литература***

[1] Maier, J., *Solid State Ionics*, 2002, vols. 154–155, pp. 291–301.

[2] Yu. S. Tver'yanovich, M. D. Bal'makov, V. V. Tomaev, E. N. Borisov, and O. Volobueva. *Glass Physics and Chemistry*, 2008, Vol. 34, No. 2, pp. 150–154.

### **Благодарности**

Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант №а-14-03-00822.

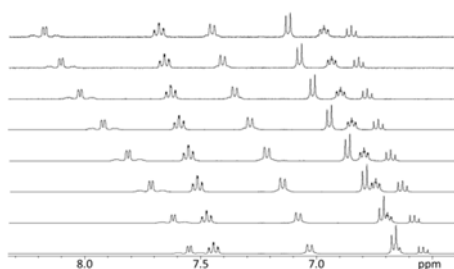
Исследования проведены с использованием оборудования ресурсных центров (РЦ) СПбГУ "Рентгенодифракционные методы исследования", Междисциплинарного РЦ по направлению "Нанотехнологии", РЦ "Инновационные технологии композитных наноматериалов", РЦ «Центр диагностики функциональных материалов для медицины, фармакологии и нанoeлектроники», РЦ «Оптические и лазерные методы исследования вещества»



УДК 544.176.

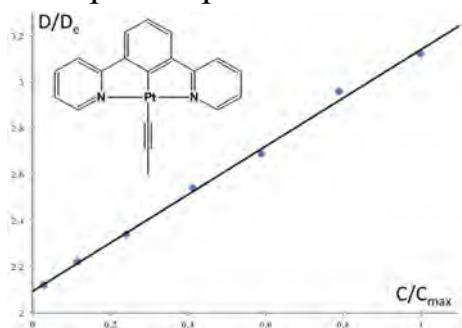
**С.Н. Смирнов, А.Ю. Иванов, Е.В. Грачева, И.О. Кошевой**  
Санкт-Петербургский государственный университет, Научный Парк,  
ресурсный центр «Магнитно-резонансные методы исследования»  
С.-Петербург, Россия; Санкт-Петербургский государственный  
университет, Институт химии С.-Петербург, Россия  
[sergey.smirnov@spbu.ru](mailto:sergey.smirnov@spbu.ru), [alexander.ivanov@spbu.ru](mailto:alexander.ivanov@spbu.ru)

## ИЗУЧЕНИЕ АГРЕГАЦИИ КОМПЛЕКСОВ ПЛАТИНЫ В РАСТВОРЕ МЕТОДОМ СПЕКТРОСКОПИИ ЯМР



Плоскоквадратные комплексы платины(II) с пинцерными тридентатными лигандами, например  $N^{\wedge}C^{\wedge}N$ ,  $C^{\wedge}N^{\wedge}C$ ,  $N^{\wedge}N^{\wedge}C$  являются яркими триплетными люминофорами с высокими квантовыми выходами люминесценции в растворе и в твердой фазе. Такие соединения исследуют в качестве меток в био-имиджинге,

проб на ДНК, сенсоров, а также в качестве эмиттеров в органических светодиодах. Для изучения особенностей поведения комплексов в растворе мы использовали метод спектроскопии ЯМР.



Ярко выраженная зависимость химических сдвигов протонов ароматической области лигандов от температуры и концентрации указывает на наличие агрегации комплекса в растворе. Молекулы комплекса, предположительно, укладываются в «стек» в результате металлофильных взаимодействий аналогично тому, как это происходит в твердой фазе. Для

определения агрегационных чисел были проведены измерения коэффициентов диффузии методом STEbr для образцов разных концентраций. На основе зависимости коэффициентов диффузии от концентрации получены агрегационные числа аналогично [1]. Исследование проведено с использованием оборудования ресурсного центра «Магнитно-резонансные методы исследования» Научного парка СПбГУ.

### Литература

[1] Izak A. Kotzé, Wilhelmus J. Gerber, Yu-Shan Wu and Klaus R. Koch, *Dalton Trans.*, 2013, **42**, 3791

**Е.А. Столярова<sup>1</sup>, О.В. Климов<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>Санкт-Петербургский Государственный Университет, Институт Химии, НИИ Лазерной химии, Санкт-Петербург*

*<sup>2</sup>Институт Катализа им. Г.К. Борескова СО РАН, Новосибирск*  
[anteya93@gmail.com](mailto:anteya93@gmail.com)

## **ВЛИЯНИЕ МОРФОЛОГИИ СВЯЗУЮЩЕГО НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ АКТИВНОГО КОМПОНЕНТА В КАТАЛИЗАТОРАХ ГИДРООЧИСТКИ, ПРИГОТОВЛЕННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АЛЮМОСИЛИКАТОВ**

В настоящее время происходит ужесточение требований по содержанию гетероатомных примесей в дизельном топливе. Однако становится важной разработка катализаторов, активных не только в процессах удаления гетероатомных примесей, но и в процессах, приводящих к увеличению цетанового числа. Необходимыми для этого параметрами обладают катализаторы на основе аморфных алюмосиликатов (ASA)

Промышленные гранулированные катализаторы должны обладать рядом физических характеристик, которые, в случае использования ASA как носителей, возможны лишь при добавлении связующего вещества. Данная работа посвящена изучению свойств носителей и кобальт-молибденовых катализаторов, приготовленных на основе аморфных алюмосиликатов с использованием порошков гидроксида алюминия различных марок в качестве связующего.

Исходный алюмосиликат был получен методом соосаждения гидроксидов алюминия и кремния, в дальнейшем он был сформован методом экструзии с коммерческими порошками гидроксида алюминия марок Pural SB, TH-60, TM-70, ISCZC-1 и B20M. На носитель наносился предшественник активного компонента, и катализаторы сульфидировались в токе H<sub>2</sub>S.

Исследование образцов комплексом физико-химических методов (азотная порометрия, просвечивающая электронная микроскопия, рентгено-фотоэлектронная спектроскопия) показало существенное влияние морфологии связующего на распределение активного компонента по поверхности катализатора.

Тестирование катализаторов в гидроочистке модельной смеси 2% дибензотиофена (DBT) в декалине показало различную степень конверсии DBT (более 70%) и его превращение в различные продукты реакции для разных образцов. Проводилось тестирование катализаторов на реальном дизельном топливе, при этом также наблюдалось существенное влияние морфологии связующего в катализаторах на активность в процессе гидроочистки.

УДК541.138:541.73

**А.О. Нижегородова, С.Н. Елисеева, В.В. Кондратьев**

*Институт Химии, Санкт-Петербургский государственный Университет  
198504 Санкт-Петербург, Петродворец, Университетский пр., 26  
[vkondratiev@mail.ru](mailto:vkondratiev@mail.ru)*

## **ГИБКИЕ ЭЛЕКТРОДЫ НА ОСНОВЕ PEDOT:PSS/MnO<sub>2</sub> ДЛЯ СУПЕРКОНДЕНСАТОРОВ**

Суперконденсаторы или электрохимические конденсаторы относятся к числу эффективных энергозапасующих устройств, к разработке которых был проявлен большой интерес в последние годы. Запасание энергии в электрохимических конденсаторах обеспечивается за счет фарадеевских процессов перезарядки электроактивного материала по всему его объему.

В настоящей работе исследованы методы получения композиционного материала PEDOT:PSS/MnO<sub>2</sub> с равномерно-объемным распределением частиц диоксида марганца в полимерной матрице и электродов на гибкой основе из углеродной бумаги. Морфология высокодисперсного оксида марганца на поверхности PEDOT характеризовалась методом сканирующей электронной микроскопии. Для идентификации валентных состояний марганца при различных состояниях окисления композита использовали метод XPS спектроскопии. Морфология полученных поверхностей изучена с использованием методов сканирующей электронной микроскопии. Электрохимические свойства композитов изучали методами циклической вольтамперометрии, гальваностатических заряд-разрядных кривых и спектроскопии электрохимического импеданса.

Полученные электроды демонстрируют высокую электрическую емкость и быстрые процессы заряд — разряда при работе в водных электролитах. Возрастание скорости процессов перезарядки материала связано с объемным распределением дисперсного MnO<sub>2</sub> в мезопористой/микропористой структуре проводящей полимерной матрицы с большой площадью реакционной поверхности. Емкостные параметры композитов с различным количественными соотношениями между PEDOT:PSS и MnO<sub>2</sub> в композитном материале были систематически исследованы и проанализированы.

Авторы выражают благодарность коллегам из центра Междисциплинарного ресурсного центра нанотехнологий и Ресурсного центра «Физические методы исследования поверхности» СПбГУ. Работа поддержана Российским фондом фундаментальных исследований (гранты №13-03-00894 и № 14-29-04043).

**А. Калинин, С.А. Пулькин, В. Арнаутов, С.В. Уварова, С. Савельева**

Санкт-Петербургский Государственный Университет, Физический Факультет, Кафедра Общей Физики 1, Санкт-Петербург, Россия  
[kalinichev.alex@gmail.com](mailto:kalinichev.alex@gmail.com)

## КОМПЕНСАЦИЯ ДОППЛЕРОВСКОГО УШИРЕНИЯ ВО ВСТРЕЧНЫХ КОМБ-ПОЛЯХ

В настоящей работе исследовался метод компенсации Допплеровского уширения во встречных комб-полях. Был рассчитан коэффициент поглощения среды, состоящей из двухуровневых атомов, помещенных в поле двух сильных встречных оптических гребенок. При выполнении условий резонанса на спектре поглощения появляются узкие однородные пики. Появление таких пиков позволяет надеется в будущем на повышение точности методов комб-спектроскопии [1, 2].

Предлагаемый метод основывается на разложении элементов матрицы плотности в двойной ряд Фурье [3]. Встречные сильные поля взаимодействуют со средой движущихся атомов. Каждая молекула движущаяся со скоростью  $v$  "видит" два поля, отстроенные друг от друга на частоту  $2kv$  ( $k$  – волновой вектор). В том случае, когда оба поля сильные, двухуровневая система трансформируется в многоуровневую с квазиэнергитическими уровнями. Физическую природу пиков, возникающих в спектре поглощения, можно объяснить многофотонными переходами между этими квазиэнергитическими уровнями. Такие переходы происходят для групп атомов движущихся со скоростью  $v$ , удовлетворяющей условиям резонанса  $2kv = (n + l)\Omega$  ( $n, l$  – целые числа,  $\Omega$  – частотное расстояние между соседними компонентами комба).



атомов движущихся со скоростью  $v$ , удовлетворяющей условиям резонанса  $2kv = (n + l)\Omega$  ( $n, l$  – целые числа,  $\Omega$  – частотное расстояние между соседними компонентами комба).

### Литература

- [1] S.A. Diddams, J. Opt. Soc. Am. B 27, 51 (2010).
- [2] A. Schliesser, N. Picque, T.W. Hansch, Nature Photonics 6, 440 (2012).
- [3] Yoon, M.S. Chang, H.V. Lee, J.R. Park. Phys. Rev. A 60, 2547 (1999).

УДК 544.034544.723.2.023.2

**Н.С. Тян, В.А. Ростовцева, А.Ю. Пулялина**

*Санкт-Петербургский Государственный Университет, Институт  
Химии, Санкт-Петербург, Россия*

**tyan-nadenka@bk.ru, valfrank56@gmail.com**

## **ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПЕРВАПАРАЦИОННЫХ МЕМБРАН**

В настоящее время мембранные методы являются одними из наиболее внедряемых в сфере разделения, очистки и концентрирования жидких и газовых смесей. Интегрированные мембранные процессы позволяют получить необходимый продукт при минимальных экономических потерях, делая технологию получения ресурсосберегающей и экологически чистой. Эффективность мембранного разделения во многом зависит от особенности структуры и индивидуальных параметров применяемого мембранного материала. Поэтому целью настоящей работы было изучение физико-химических свойств новых полимерных мембран для очистки водно-органических смесей методом первапарации. Первапарация (или испарение через мембрану) - один из наиболее перспективных мембранных методов в сфере разделения близкокипящих, термически неустойчивых и азеотропных жидких смесей. Однако область применения данного метода ограничивает небольшой ассортимент доступных промышленных мембран, поэтому поиск и изучения новых материалов является приоритетной задачей. Объектами настоящего исследования являются новые непористые мембраны на основе термически и химически стойких, механически прочных полимеров класса полигетероариленов. Для характеристики разработанных мембран было проведено детальное исследование поверхности и морфологии методом сканирующей электронной микроскопии, рассчитана степень упаковки макромолекул (доля свободного объема) по полученным данным о плотности полимерных пленок, оценена термическая устойчивость и особенность состава мембран методом термогравиметрического анализа, проведен анализ массопереноса через мембрану на основе основных сорбционных и диффузионных параметров. Разделительные свойства мембран были изучены в процессе первапарации. Первапарацию проводили в вакуумном режиме с использованием ячейки непроточного типа, в качестве исследуемых смесей были выбраны водно-органические растворы в широком диапазоне концентраций. Установлено, что все исследуемые мембраны являются эффективными при очистке и концентрировании разделяемых смесей, включая смеси азеотропного состава.

Авторы благодарят Санкт-Петербургский Государственный Университет за исследовательский грант (12.0.105.2010).

**Е.В. Жижин, Д.А. Пудиков, А.Г. Рыбкин, А.М. Шикин**  
*Санкт-Петербургский Государственный Университет,  
Ресурсный Центр «Физические методы исследования поверхности»,  
Санкт-Петербург, Россия  
[evgeniy.zhizhin@spbu.ru](mailto:evgeniy.zhizhin@spbu.ru)*

## **СИНТЕЗ ГРАФЕНА МЕТОДОМ ДИФФУЗИИ АТОМОВ УГЛЕРОДА ЧЕРЕЗ ПЛЕНКУ НИКЕЛЯ**

В настоящее время разработке методов синтеза и исследованию электронной структуры графена (MG), посвящено множество работ вследствие его выдающихся физико-химических свойств. Уникальные транспортные свойства (максимальная подвижность электронов среди всех известных материалов) делают MG перспективным материалом для применения в самых различных приложениях, в частности, как будущую основу наноэлектроники и возможную замену кремния в интегральных микросхемах. К наиболее перспективным направлениям применения MG относят: сверхбыстрые электронные схемы, фотодетекторы и т.д.

Наличие двух и более графеновых монослоев сильно искажает электронную структуру. В этой связи особую роль играют методы синтеза MG. В настоящее время широко применяются следующие из них: механическое отшелушивание, термическая графитизация карбида кремния (SiC), крекинг углеродосодержащих газов (CVD) и т.д. Основным недостатком данных методик синтеза MG, несмотря на их значительное применение в фундаментальных исследованиях, является отсутствие возможности их применения на диэлектрических подложках, например, такой как SiO<sub>2</sub>. Тем самым затрудняя разработку и производство устройств на основе MG. Таким образом, разработка новых методов контролируемого синтеза MG, особенно на диэлектрических подложках, является наиболее перспективной задачей в настоящее время.

Недавние исследования показали, что существует возможность синтезировать MG, используя в качестве подложки высокоориентированный пиролитический графит (HOPG) [1] или SiC с адсорбированной пленкой никеля. Такие системы не являются металлическими, что делает этот метод привлекательным для создания электронных устройств на основе MG. Целью настоящей работы является определение возможности формирования MG с использованием метода, основанного на процессе сегрегации (проникновении через объем) атомов углерода при термическом воздействии.

### ***Литература***

[1] X. Mingsheng, F. Daisuke, S. Keisuke, W. Eiichiro, H. Nobutaka, arXiv:1006.5085, (2010).

УДК 538.9

**К.А. Бокай, Д.Ю. Усачёв**

*Санкт-Петербургский государственный университет, физический факультет, Санкт-Петербург, Россия*  
[bokaybox@yandex.ru](mailto:bokaybox@yandex.ru)

## **СИНТЕЗ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТРУКТУРЫ ГРАФЕНА, ЛЕГИРОВАННОГО БОРОМ**

Графен представляет собой двумерную решетку, в которой атомы углерода выстроены в сотообразную структуру в результате  $sp^2$ -гибридизации. Являясь бесщелевым полупроводником и имея малую концентрацию носителей заряда, он не может быть напрямую использован во многих устройствах. Потому внедрение примесей в графен для управления его электронной структурой представляется важной задачей. Легирование графена атомами азота [1] приводит к появлению запрещенной зоны и индуцирует электронную проводимость (n-тип), в то время как примесь бора [2] должна приводить к проводимости p-типа.

В данной работе мы демонстрируем способ синтеза легированного бором графена путём крекинга карборана и пропилена на поверхности Ni(111), а также определяем локальную структуру примеси. Синтез и исследования проведены в условиях сверхвысокого вакуума на оборудовании РЦ СПбГУ «Физические методы исследования поверхности». Для получения информации о структуре примесных центров независимо выращены монослои графена с концентрациями примеси бора 3% и 16%. Стехиометрия рассчитана по данным фотоэлектронной спектроскопии (ФЭС) остовных уровней, полученным на спектрометре Nanolab. Определено, что каждый атом бора химически связан с тремя атомами углерода, т.е. происходит замещение углерода примесью. Для детального исследования структуры дефектов образцы были перемещены в камеру сканирующего зондового микроскопа Omicron в условиях вакуума. При помощи сканирующей туннельной микроскопии (СТМ) и спектроскопии (СТС) определена структура легированного графена с атомарным разрешением. СТС показала уменьшение электронной плотности на некоторых атомах, что позволило идентифицировать бор в решетке и определить, что примесь распределена в плоскости графена случайным образом.

### ***Литература***

- [1] D.Yu. Usachov et al. *Nano Lett.* 2011, 11, 5401–5407.  
[2] J.Gebhardt, R.J. Koch et al. *Phys. Rev. B*, 2013, 87, 155437

**А.А. Васильева, П.К. Ольшин**

*Санкт-Петербургский государственный университет,  
Институт Химии, факультета, Санкт-Петербург, Российская  
Федерация*

[111nusha111@mail.ru](mailto:111nusha111@mail.ru)

## **ФЕМТОСЕКУНДНАЯ ЛАЗЕРНАЯ МОДИФИКАЦИЯ СТЕКЛООБРАЗУЮЩИХ СИСТЕМ $\text{Ag}_2\text{O-P}_2\text{O}_5$ С ОБРАЗОВАНИЕМ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА**

Важной задачей современной науки является удовлетворение растущих потребностей фотоники при создании различных оптических оптоэлектронных устройств, в том числе элементов хранения информации. В основе подхода к созданию указанных устройств может лежать лазерно-индуцированная модификация стекла с образованием наночастиц серебра. Данная работа посвящена изучению физико-химических аспектов этого процесса.

Для решения поставленной задачи была синтезирована и исследована система модельных стекол  $\text{Ag}_2\text{O-P}_2\text{O}_5$  с различными концентрациями серебра (35 — 55 mol%). Получены КР-спектры до и после лазерного воздействия, что позволило изучить изменения оптических свойств, вызванные облучением. Процесс фемтосекундной лазерной записи проводился с использованием  $\text{Ti:Sapphire}$  лазера в фемтосекундном режиме при следующих параметрах: длина волны - 800 нм, энергия импульса - 75 нДж, длительность импульса — 50 фс, скорость сканирования - 1 мм/с, мощность — 1,2 Вт, частота следования импульса — 11 МГц. Облучающий пучок был сфокусирован на глубине около 100 мкм от поверхности образца.

По данным оптической микроскопии, а также КР-спектроскопии (наличие низкочастотного пика в КР-спектре модифицированной области образца) было обнаружено, что лазерное воздействие приводит к образованию нанокластеров серебра в области фокусировки лазерного пучка. Факт образования кластеров серебра также подтверждается данными люминесцентной спектроскопии. Получены спектры люминесценции образцов в зоне, модифицированной при различных параметрах эксперимента. Полученные данные позволяют сделать вывод, что при воздействии лазерным излучением происходит процесс миграции и формирования нанокластеров серебра. Этот вывод важен для дальнейшего построения физико-химической модели исследуемого процесса.



УДК 538.9

**Ю.М. Жуков<sup>1</sup>, М.Г. Шеляпина<sup>1</sup>, V. Petranovskii<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский Государственный Университет, физический факультет, кафедра ядерно-физических методов исследования, Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup>Centro de Nanociencias y Nanotecnología de la Universidad Nacional Autónoma de México, Ensenada, Mexico  
[y.zhukov@spbu.ru](mailto:y.zhukov@spbu.ru)

## **КОМПЛЕКСНОЕ ИЗУЧЕНИЕ МЕДЬСОДЕРЖАЩИХ МОРДЕНИТОВ: ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАРЯДОВОГО СОСТОЯНИЯ ИОНОВ МЕДИ И ИХ ЛОКАЛИЗАЦИИ В ПОРАХ ЦЕОЛИТОВ**

Цеолиты имеют ряд интересных, даже уникальных свойств, которые могут быть использованы в различных областях, особенно в гетерогенном катализе [1]. Введение меди в структуру цеолита значительно улучшает каталитические свойства системы [2]. Каталитическая активность данных материалов зависит от состояния ионов и их локализации в матрице цеолита.

В настоящее время в сотрудничестве с коллегами из Centro de Nanociencias y Nanotecnología de la Universidad Nacional Autónoma de México (CNyN UNAM) был проведен синтез серии медь-замещенных образцов, различающихся содержанием меди, молярным отношением  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ , методом синтеза, катионным составом. При поддержке ресурсных центров СПбГУ было выполнено исследование структуры синтезированных цеолитов, определено количество в них ионов меди и их состояние. Определена асимметрия ближайшего окружения ионов меди, сделано предположение об их локализации в порах цеолита. В настоящее время ведутся исследования влияния методом термического анализа и электронного парамагнитного резонанса.

Исследования проведены с использованием оборудования ресурсных центров Научного парка СПбГУ: Рентгенодифракционные методы исследования, Физические методы исследования поверхности, Методы анализа состава вещества, Магнитно-резонансные методы исследования, Термогравиметрические и калориметрические методы исследования, Вычислительный центр СПбГУ.

### **Литература**

[1] J. Weitkamp. Solid State Ionics 131 (2000) 175-188.

[2] P. Vanelderen, J. Vancauwenbergh, B.F. Sels, R.A. Schoonheydt. Coordin. Chem. Rev. 257 (2013) 483-494.

**В.О. Шевелев, А.Г. Рыбкин, Е.В. Жижин, А.М. Шикин**  
*Санкт-Петербургский Государственный Университет, физический факультет,*  
*Санкт-Петербург, Российская Федерация*  
[victorshevelev@yandex.ru](mailto:victorshevelev@yandex.ru)

## **СИНТЕЗ ГРАФЕНА ПРИ ДЕКАРБИДИЗАЦИИ ГАДОЛИНИЯ**

В последнее время наблюдается повышенный интерес к изучению наносистем на основе графена — монослоя кристалла графита. Причиной этого являются уникальные свойства графена, такие как линейная дисперсионная зависимость, аномально большая подвижность носителей заряда. Целью настоящей работы являлось изучение возможности формирования графена в результате процесса карбидизации-декарбидизации системы, сформированной на основе пленки гадолия на поверхности HOPG. В качестве методов были использованы фотоэлектронная спектроскопия остовных уровней и фотоэлектронная спектроскопия с угловым разрешением. Пленка гадолия толщиной ~ 14 монослоев была нанесена на кристалл HOPG, после чего система отжигалась при температурах от 320 °C до 1130 °C. После отжига при  $T=745^{\circ}\text{C}$  на фотоэмиссионных спектрах наблюдаются пики, располагающиеся при  $E_{\text{св}}=282,9$  и  $280,0$  эВ и сдвинутые по энергии относительно пика  $\text{C}1\text{sHOPG}$ . Их появление можно связать с формированием карбидов гадолия -  $\text{Gd}_2\text{C}_3$  и  $\text{GdC}_2$ .

Повышение температуры отжига приводит к понижению интенсивности этих пиков, что свидетельствует о разложении карбидов. Одновременно появляется пик с  $E_{\text{св}}=284,9$  эВ, что несколько больше, чем пик  $\text{C}1\text{sHOPG}$  ( $E_{\text{св}}=284,5$  эВ). Такая величина энергии связи  $\text{C}1\text{s}$  характерна для слоев графена. На дисперсионных зависимостях форма  $\pi$  — состояний в области точки К зоны Бриллюэна близка к линейной с небольшим изгибом около уровня Ферми. Там же имеется небольшая область заполненных электронных состояний, что можно расценивать как свидетельство переноса электронной плотности от гадолия к углероду.

Таким образом, полученные результаты показывают, что возможно формирование графена на поверхности системы гадолий/HOPG путем декарбидизации возникающих при отжиге соединений гадолия с углеродом.

**О.Е. Терещенко, В.А. Голяшов, К.А. Кох, О.А. Шегай**  
*Новосибирский государственный университет, КОФ, Новосибирск,  
Россия*

*Институт физики полупроводников им. А.В. Ржанова СО РАН,  
Новосибирск, Россия*  
[teresh@isp.nsc.ru](mailto:teresh@isp.nsc.ru)

## **СТРУКТУРА И ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СОЕДИНЕНИЙ (0001) $\text{BiTeX}$ ( $X=\text{I}, \text{Cl}$ ) С ГИГАНТСКИМ СПИНОВЫМ РАСЩЕПЛЕНИЕМ ЭЛЕКТРОННЫХ СОСТОЯНИЙ**

Интерес к изучению полупроводниковых соединений  $\text{BiTeI}$  и  $\text{BiTeCl}$  связан с наличием спин-расщепленных поверхностных и объёмных состояний в зоне проводимости этих материалов, обусловленных эффектом Рашбы. Данные полупроводники имеют слоистую структуру без центра инверсии, состоящую из последовательности трех плотноупакованных слоев атомов  $\text{Bi}$ ,  $\text{Te}$  и  $\text{I}$  ( $\text{Cl}$ ). Данные полупроводники перспективны для наблюдения спиновых эффектов в транспорте свободных носителей заряда. Основной целью работы является изучение транспортных свойств и механизмов рассеяния носителей заряда в полупроводниковых соединениях  $\text{BiTeI}$  и  $\text{BiTeCl}$ .

В работе изучены температурные зависимости подвижности, проводимости и концентрации носителей заряда в диапазоне 4.2–300 К для образцов  $\text{BiTeI}$ ,  $\text{BiTeI}+2\%\text{Mn}$  и  $\text{BiTeCl}$ . Концентрация электронов в кристаллах не изменялась во всем исследуемом диапазоне температур и составляла  $n \approx 1 \cdot 10^{19} \text{ см}^{-3}$ , что указывает на вырожденность данных полупроводниковых соединений. Подвижность электронов в  $\text{BiTeCl}$  слабо менялась в температурном интервале 4.2К–40 К и составляла  $\mu = 1750 \text{ см}^2/(\text{В} \cdot \text{с})$ , тогда как в диапазоне 80–300 К была пропорциональна  $T^{-x}$ , где  $x \leq 1$ , что может быть обусловлено рассеянием 2D электронов на колебаниях решетки. В низкотемпературной области подвижности электронов практически не зависели от температуры и достигали величин  $2 \cdot 10^3 \text{ см}^2/\text{В} \cdot \text{с}$  в кристаллах  $\text{BiTeCl}$  и  $550 \text{ см}^2/\text{В} \cdot \text{с}$  в кристаллах  $\text{BiTeI}$ . В высокотемпературной области подвижность носителей в  $\text{BiTeCl}$   $\mu \sim T^{-1}$ , что соответствует рассеянию вырожденного электронного газа на акустических и оптических фононах, подвижность в  $\text{BiTeI}$   $\mu \sim T^{-0.36}$ , что является следствием рассеяния на ионизированных центрах. Методами AFM, XPS и ARPES показано, что поверхность (0001) соединения  $\text{BiTeI}$  оканчивается атомами разного типа, тогда как поверхность соединения  $\text{BiTeCl}$  однородна и терминирована только атомами теллура или хлора.

**В. Ю. Ворошнин, И.И. Климовских, М.В. Русинова, А.Г. Рыбкин,  
А.М. Шикин**

*Санкт-Петербургский государственный университет, физический факультет,  
Санкт-Петербург, Россия.*

[Vl.Voroshnin@yandex.ru](mailto:Vl.Voroshnin@yandex.ru)

## **МОДИФИКАЦИЯ ДИРАКОВСКОГО КОНУСА В ГРАФЕНЕ НА SiC ПРИ ИНТЕРКАЛЯЦИИ Pt**

Графен, двумерный кристалл атомов углерода с гексагональной кристаллической решеткой - один из наиболее изучаемых материалов. Квазисвободный графен обладает рядом интересных электрофизических характеристик: высокой проводимостью вдоль листа и линейной дисперсионной зависимостью электронных состояний вблизи уровня Ферми.

Электрофизические свойства графена могут варьироваться в зависимости от подложки. Известно, что при синтезе графена на Ni(111) путем каталитического разложения пропилена между Ni подложкой и графеном формируется сильная связь, при этом графен теряет свойство линейной дисперсии. Приинтеркаляции монослоя атомов Au между Ni и графеном линейная дисперсия восстанавливается и графен становится квазисвободным[1]. Помимо этого, при взаимодействии с тяжелыми металлами, может изменяться спиновая структура графеновых состояний. Авторы работы[2] продемонстрировали огромное спин-орбитальное расщепление электронных состояний графена, выращенного на монокристалле Pt(111), вследствие их гибридизации с 5d-спин-ярасщепленными состояниями Pt, находясь непосредственно на уровне Ферми.

Наиболее перспективной системой для спинтроники и наноэлектроники является графен на SiC, вследствие малой проводимости подложки. Более того, было показано, что интеркаляция атомов различных элементов под графен на SiC позволяет варьировать положение точки Дирака.

Основной целью данной работы является изучение особенностей формирования графена на карбиде кремния с интеркалированным монослоем атомов платины. Вследствие спин-зависимой гибридизации платины и графеновых состояний ожидается получение уникальной спиновой структуры пи-состояний графена на уровне Ферми. В работе будут проанализированы спектры внутренних уровней C1S Pt4f а также дисперсионные зависимости валентных состояний, полученные методом фотоэлектронной спектроскопии с угловым разрешением.

### ***Литература***

[1] А.А. Попова, А.М. Шикин, А.Г. Рыбкин и др. ФТТ 12, 53 (2011)

[2] А. М. Shikin, А. А. Rybkina and other. Applied Physics Letters 105, 042407 (2014)

УДК: 53.06

**Ю.К. Леонова, А.А. Маньшина**

*Санкт-Петербургский Государственный Университет, Физический факультет, Санкт-Петербург, Россия*  
[yulchik-leon@yandex.ru](mailto:yulchik-leon@yandex.ru)

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРЯМОГО ЛАЗЕРНОГО СИНТЕЗА НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА ИЗ РАСТВОРОВ КОМПЛЕКСОВ СОЛЕЙ СЕРЕБРА И ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ ПОЛУЧЕННЫХ НАНОЧАСТИЦ**

В настоящее время большую значимость приобретают исследования, связанные с получением и изучением свойств наночастиц благородных металлов, обладающих важным и интересным свойством — плазмонным резонансом. В свою очередь наночастицы серебра, помимо этого, интересны возможностью их применения в качестве бактерицидных добавок, а также люминесцентных биомаркеров для диагностики рака. Метод прямого лазерного синтеза наночастиц серебра из растворов был предложен совсем недавно, однако уже сейчас очевидна его перспективность [1]. Идея метода заключается в инициировании лазерным излучением, сфокусированным в растворе, химической реакции, одним из продуктов которой будут наночастицы. Область протекания реакции в данном случае ограничена областью фокусировки лазерного луча, а время — длительностью импульса. В данной работе была исследована возможность синтеза наночастиц серебра из растворов трех составов: аммиачно-спиртового раствора нитрата серебра, водного раствора ацетата серебра и раствора нитрата серебра в водном растворе мочевины.

В результате работы было обнаружено, что получение наночастиц серебра методом прямого лазерного синтеза возможно в случае использования аммиачно-спиртового раствора нитрата серебра (рис.1). Также исследовались оптические свойства и размер получившихся наночастиц. Было обнаружено, что данные характеристики зависят от параметров используемого раствора.

Данная работа выполнена при поддержке Министерства Образования и Науки (соглашение № 14.604.21.0078). Спектроскопические измерения выполнены в РЦОЛМИВ.

### **Литература**

[1] T. Nakamura, H. Magara, Y. Herbani, and S. Sato / Fabrication of silver nanoparticles by high-intensity of laser irradiation of aqueous solution / ALC'09, 10P10, Maui — Hawaii, pp. 507–510, 2009.

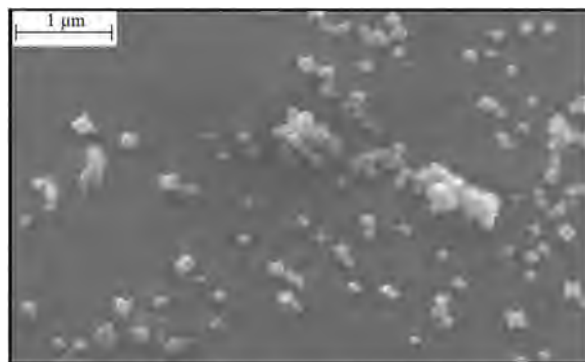


Рис.1. Микрофотографии частиц, полученных из аммиачно-спиртового раствора  $\text{AgNO}_3$  с концентрацией 0,1 моль/л

**И.И. Рыжов**

*Санкт-Петербургский государственный университет, физический факультет,  
лаборатория оптики спина им. И. Н. Уральцева, Санкт-Петербург, Россия*

[i.ryzhov@spbu.ru](mailto:i.ryzhov@spbu.ru)

## **СИГНАЛЫ И ШУМЫ В СОВРЕМЕННОЙ ОПТИКЕ**

Развитие исследований в области спинтроники неразрывно связано с проведением оптических спектроскопических исследований, дающих информацию о спиновой подсистеме. Существенные достижения в области обработки сигналов радиочастотного диапазона, в частности, появление быстрых фотодетекторов и спектроанализаторов с аппаратной реализацией быстрого преобразования Фурье, позволили превратить метод оптической регистрации флуктуаций намагниченности в уникальный инструмент невозмущающей спектроскопии [1]. Спектроскопия шумов фарадеевского вращения может быть применена к широкому кругу парамагнитных объектов.

Созданная на базе ресурсного центра «Нанофотоника» установка спектроскопии спиновых шумов позволяет эффективно решать задачи исследований спиновой динамики в полупроводниковых низкоразмерных структурах. В частности, впервые были исследованы шумы электронов в одиночной квантовой яме, помещённой в микрорезонатор [2, 3]. Однако оснащение ресурсного центра позволяет в короткие сроки решать самые различные научные задачи. Ярким примером служит работа [4], посвящённая опровержению выводов недавно опубликованной статьи о «медленном свете» [5]. Авторы статьи, интерпретируя результаты, полученные в избыточно сложном эксперименте, ошибочно приписывают задержку импульса снижению групповой скорости света при распространении его через насыщаемый поглотитель. Нами была предложена существенно более наглядная схема эксперимента, убедительно демонстрирующая отсутствие противоречий с общеизвестными свойствами насыщаемых поглотителей.

### ***Литература***

- [1] V. S. Zapasskii. *Advances in Optics and Photonics*, Vol. 5, Issue 2, pp. 131-168 (2013).
- [2] S. V. Poltavtsev, I. I. Ryzhov et al. *Phys. Rev. B*, Vol. 89, Issue 8, 081304 (2014).
- [3] S. V. Poltavtsev, I. I. Ryzhov et al. *Phys. Rev. B*, Vol. 89, Issue 20, 205308 (2014).
- [4] G. G. Kozlov, S. V. Poltavtsev et al. *New J. Phys.* Vol. 16 038001 (2014).
- [5] Emma Wisniewski-Barker et al. *New J. Phys.* Vol. 15, 083020 (2013).

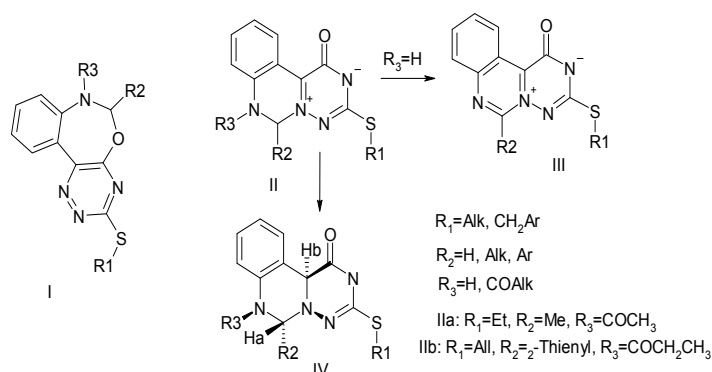
УДК544.176., 547.8.

**Н.О. Саблина, В.Ю. Смутин, С.Н. Бритвин, С.Н. Смирнов, В.А. Гиндин, И.С. Игнатъев**

Санкт-Петербургский государственный университет,  
Научный парк, ресурсный центр «Магнитно-резонансные методы исследования»  
Геологический факультет, Химический факультет С.-Петербурга, Россия  
[nathalyns1127@gmail.com](mailto:nathalyns1127@gmail.com), [sergey.smirnov@spbu.ru](mailto:sergey.smirnov@spbu.ru),  
[alexander.ivanov@spbu.ru](mailto:alexander.ivanov@spbu.ru)

## ИЗУЧЕНИЕ МОЛЕКУЛЯРНЫЙ ДИЗАЙН АЛЛОСТЕРИЧЕСКИХ МОДУЛЯТОРОВ mGluR<sub>5</sub> НА ОСНОВЕ ПРОИЗВОДНЫХ 1,2,4-ТРИАЗИН-5-ОНОВ

Методами рентгеновской дифракции и ЯМР спектроскопии на ядрах <sup>1</sup>H, <sup>13</sup>C, <sup>15</sup>N изучена структура соединений, описанных [1] как аллостерические эффекторы для mGluR<sub>5</sub>, с целью выявления связи структура - кинетическое поведение молекулы.



Согласно РСА структурная формула соединений, рассмотренных в [1]: (I) - недостоверна, справедлива формула (II); соединения являются мезоионными. Согласно DFT, RB3-LYP расчету в молекулах IIa и IIb идентично распределение зарядов на атомах С и N трициклического фрагмента, а величины их дипольных моментов коррелируют со значениями рЕС<sub>50</sub>, рЕС<sub>50</sub>=6.50 - 5.56 D (для IIb), а рЕС<sub>50</sub>=4.86 - 4.86 D (для IIa). На основании <sup>15</sup>N НМВС, <sup>13</sup>C НМВС, NOESY ЯМР спектров было установлено строение продуктов окисления (III) и восстановления (IV) соединения (II), показано, что реакции протекают без разрушения трициклического каркаса. Молекулярный каркас (IV) (РСА и ЯМР) является неплоским и молекула существует в двух устойчивых конформациях с различными величинами торсионных углов при атомах водорода H<sub>a</sub> и H<sub>b</sub> (IV).

Исследование проведено с использованием оборудования ресурсных центров «Магнитно-резонансные методы исследования», «Рентгенодифракционные методы исследования» Научного парка СПбГУ.

### Литература

[1] E.W.Lowe Jr., A.Ferrebee, A.L.Rodriguez, P.J.Conn, J.Meiler. Bioorg. Med. Chem. Lett. v.20(2010),p.5922-5924.doi:10.1016/j.bmcl.2010.07.061

**К.В. Никитин, А.В. Емелин**

*Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург,  
Россия*

[konstantin.nikitin@spbu.ru](mailto:konstantin.nikitin@spbu.ru)

## **ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ ФОТОИНДУЦИРОВАННОЙ СУПЕРГИДРОФИЛЬНОСТИ ПОВЕРХНОСТИ ОКСИДОВ МЕТАЛЛОВ**

В докладе представлена реализация исследований в рамках проекта «Исследование механизмов фотоиндуцированной супергидрофильности поверхности оксидов металлов» на базе ресурсного центра «Нанофотоника». Эффект фотоиндуцированной супергидрофильности заключается в переходе поверхности фотоактивных материалов в супергидрофильное состояние под действием света. Этот эффект имеет важное прикладное значение для создания самоочищающихся и незапотевающих функциональных нанопокровов, которые находят применение в строительной, автомобильной промышленности, железнодорожном транспорте.

Выполнение проекта можно разделить на четыре стадии.

Первая стадия включает в себя отработку методики синтеза образцов наноплёнок оксидов металлов (Ti, Zn, Zr), которая состоит из последовательных процедур: подготовка подложки, приготовление рабочих растворов прекурсоров, нанесение растворов на подложку, кальцинация.

На второй стадии необходимо удостовериться, что полученные образцы обладают необходимыми свойствами (толщина и шероховатость плёнок, размеры частиц и т.д.), для чего должны быть охарактеризованы с помощью СЭМ, АСМ, оптической спектроскопии.

На третьей стадии проверяется наличие эффекта фотоиндуцированной супергидрофильности. При положительном результате можно переходить к основным исследованиям.

Четвёртая стадия представляет собой уже непосредственно интересные исследования: влияние облучения светом различного спектрального состава, условий на поверхности и окружающей среды (кислотность поверхности, температура, влажность и т.д.) на гидрофильные свойства плёнок.

Таким образом, выполнение проекта включает в себя решение целого комплекса задач от синтеза фотоактивных материалов до проведения исследований фотостимулированных процессов.



УДК: 543.427.4

**N. Klimova<sup>1</sup>, A. Gaidenko<sup>2</sup>, A. Goikhman<sup>1</sup>, I. Lyatun<sup>1</sup>, D. Nikitina<sup>2</sup>, S. Savelyev<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> *Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russia*

<sup>2</sup> *Saint Petersburg State University, Institute of Chemistry, Saint Petersburg, Russia*

[nklimova @innopark.kantiana.ru](mailto:nklimova@innopark.kantiana.ru)

## **ANALYSIS OF HEAVY METALS IN BERYLLIUM OF HIGH PURITY BY X-RAY FLUORESCENCE METHOD**

Beryllium is widely used in modern X-ray machines, as the material for the X-ray optical elements because it is transparent to X-radiation. High coherence of modern X-ray sources (synchrotrons) makes it necessary to reduce the X-ray absorption of materials used for optics manufacturing and requires high the quality of the surface [1] and the internal structure of the material [2]. Both of these aspects are strongly correlated with the chemical composition of the material.

The paper discusses the possibility of using the method of X-ray fluorescence analysis (XRFA) to determine the concentrations of heavy elements in light matrices. Their principal feature is the need to perform measurements in the unsaturated layers. Unsaturated layers — are those, in which there is the influence of the thickness of the sample on the analytical signal. This requires the use of non-standard methods of XRF spectra processing.

The results of studies of beryllium of «Materion» company and beryllium of "VNIINM" are presented. According to the results of research can be generally concluded that the parameters of purity of the domestic material production of "VNIINM" is not inferior to foreign materials. Domestic materials may be applied for the production of optical elements for X-ray microscopy, for X-ray mikrofocusing devices, to construct optical microanalysis schemes components, microradians diffraction optics, etc.

### ***References***

- [1] A. Snigirev, I. Snigireva, and ect., Rev. Sci. Instrum. 66, 5486 (1995).
- [2] I. Lyatun, A. Snigirev and ect., SPIE Optics+Photonics 2014, p 516.

**Т.С. Сыч, А.И. Кононов, И.Л. Волков**

*Санкт-Петербургский государственный университет, физический факультет,  
Санкт-Петербург, Россия, 199034, Университетская наб, д. 7-9  
[inxalid@gmail.com](mailto:inxalid@gmail.com)*

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФОТОФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ КЛАСТЕРОВ СЕРЕБРА НА ЦИТОЗИН-СОДЕРЖАЩЕМ ОЛИГОНУКЛЕОТИДЕ**

Металлические кластеры являются особым видом нанообъектов. Основная их особенность заключается в том, что эти небольшие по своим размерам структуры состоят из порядка десяти атомов. Такие размеры обуславливают существенный вклад квантово-размерных эффектов в их электронные свойства, из-за чего электронно-энергетическая структура становится похожа на молекулярную. Самым интересным классом объектов являются ДНК-стабилизированные люминесцирующие кластеры серебра. Они обладают целым рядом положительных характеристик: значительный квантовый выход, высокое сечение поглощения, хорошая биосовместимость и фотостабильность. Все это делает их отличными претендентами для использования в качестве молекулярных сенсоров и зондов для решения задачи биоимиджинга.

Были исследованы фотофизические параметры кластеров, стабилизированных олигонуклеотидом заданной последовательности (5'-ССТССТТССТСС-3'). В работе использовали методы спектроскопии поглощения, стационарной люминесценции, измерения времени жизни, нелинейной флуоресцентной спектроскопии насыщения — импульсные наносекундные измерения.

В ходе работы были подобраны и оптимизированы протоколы синтеза для получения кластеров двух спектральных типов. Полученные времена жизни, порядка одной и двух наносекунд соотносятся с известными литературными данными, однако были обнаружены и более долгоживущие состояния, которые представляют особый интерес для дальнейшего изучения.

Работа проводилась с использованием оборудования ресурсных центров СПбГУ: "Центр диагностики функциональных материалов для медицины, фармакологии и нанoeлектроники" ([dfm.spbu.ru](http://dfm.spbu.ru)), "Оптические и лазерные методы исследования вещества" ([laser.spbu.ru](http://laser.spbu.ru)). Грант: НИР СПбГУ 11.38.221.2014

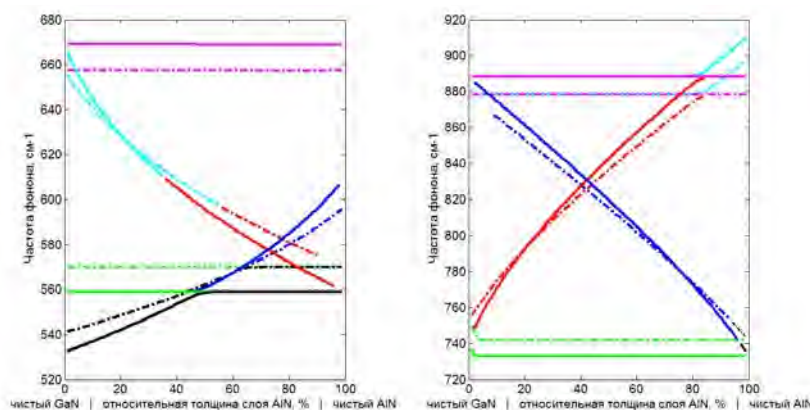
УДК 538.911

**Д.В. Панькин, М.Б.Смирнов**

Санкт-Петербургский государственный университет, физический факультет,  
Санкт-Петербург, Россия  
[dima-pankin@spbu.ru](mailto:dima-pankin@spbu.ru)

## ВЛИЯНИЕ МЕХАНИЧЕСКОГО НАПРЯЖЕНИЯ НА ЧАСТОТЫ ПОЛЯРНЫХ ОПТИЧЕСКИХ ФОНОНОВ В КОРОТКОПЕРИОДНЫХ СВЕРХРЕШЕТКАХ GaN/AlN

В рамках модели диэлектрического континуума (МДК) (см., например [1]) произведен расчет спектра полярных оптических фононов при наличии механических напряжений для случая короткопериодных сверхрешеток (СР), состоящих из вюрцитных полупроводников GaN и AlN. Вследствие короткого периода в слоях СР становится адекватным приближение однородных механических напряжений, которые в рамках двухосного сжатия/растяжения могут быть определены из граничных условий на интерфейсе: для равенства постоянных решеток и статичности структуры. На основании полученных значений однородных механических напряжений в слоях СР, а так же частот ненапряженных объемных полупроводников GaN и AlN [2], через деформационные потенциалы [3] были определены частоты полярных фононов в объемных напряженных компонентах СР, на основании которых произведен расчет частот полярных фононов с учетом однородного механического напряжения. Полученные частоты полярных оптических фононов для напряженных (штрихпунктирная линия) и ненапряженных СР GaN/AlN для характерного случая  $s=0.1$  (где  $s=qd$ , где  $q$  — волновой вектор фонона, а  $d$  — период СР) в зависимости от относительной толщины слоя AlN при фиксированном периоде СР представлены на графике ниже.



### Литература

- [1] J. Gleize, M. A. Renucci, J. Frandon, and F. Demangeot, Phys Rev B 60, 15985 (1999)
- [2] Давыдов В. Ю., докторская диссертация (ФТИ им. Иоффе), 2009
- [3] J.-M. Wagner, F. Bechstedt, Applied Phys. Lett. 77, 346 (2000)

М.Г. Пышняк, А.В. Поволоцкий, И.В. Шайтор, А.С. Мерещенко, Ю.С. Тверьянович, О.В. Левин, А.Ф. Хлебников, А.С. Конев

Санкт-Петербургский государственный университет, Институт химии  
СПбГУ, Санкт-Петербург, Россия

[mari-maya@bk.ru](mailto:mari-maya@bk.ru)

## ДИНАМИКА ВОЗБУЖДЕННЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ СОСТОЯНИЙ ЗАМЕЩЕННЫХ ТЕТРАФЕНИЛПОРФИРИНОВ И ИХ АДДУКТОВ С ФУЛЛЕРЕНОМ

В настоящей работе исследовалась фотохимия замещенных тетрафенилпорфиринов и их аддуктов с фуллереном (Рис.1). Методами время-разрешенной флуоресцентной и абсорбционной спектроскопии обнаружено, что при возбуждении в первое синглетное состояние ( $S_1$ ) порфирина наблюдаются переходы в основное синглетное ( $S_0$ ) и триплетное ( $T_1$ ) состояние. Для исследуемых комплексов времена жизни синглетного и триплетного состояний составляют 1,3 — 8,9 нс и 3,6 — 7,4 мкс соответственно. Обнаружена замедленная флуоресценция Е-типа, которая происходит вследствие термической активации молекул порфирина. Обнаружено состояние с переносом заряда  $C_{60}^-$ , зарегистрированное в ближнем ИК диапазоне (900 — 1200 нм). Показано, что время жизни этого состояния зависит от заместителей в молекуле порфирина и может достигать порядка 4 мкс для вида с мезо-(пара- $MeOC_6H_4$ ) заместителями.

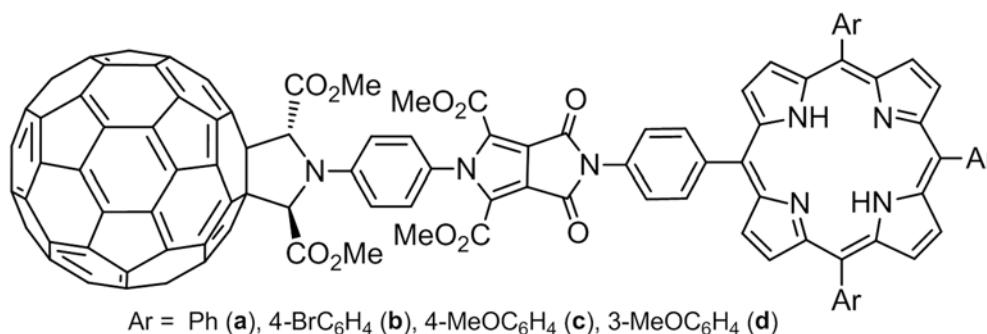


Рис. 1 Замещенные порфирины и соответствующие аддукты с фуллереном

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 14-03-00187) и СПбГУ (грант № 12.38.78.2012), оптические измерения проводились с использованием оборудования ресурсного центра «Оптические и лазерные методы исследования вещества» СПбГУ.

УДК 543.427.4

**А.В. Бахтиаров, С.К. Савельев**

*Санкт-Петербургский университет, Институт химии, Санкт-Петербург, Россия*  
[ssav@X-energo.com](mailto:ssav@X-energo.com)

## **ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ РЕШЕНИЯ УЧЕБНЫХ ЗАДАЧ ПО КУРСУ РЕНТГЕНОФЛУОРЕСЦЕНТНОГО АНАЛИЗА**

Эффективная работа по применению метода рентгенофлуоресцентного анализа (РФА) и разработке новых программных средств и оборудования, реализующего этот метод, требует осуществления большого количества достаточно громоздких и не простых расчетов. Современные рентгенофлуоресцентные приборы, как правило, оснащены развитым и весьма эффективным программным обеспечением, обеспечивающим основные потребности пользователя. Однако это программное обеспечение рентгеновских спектрометров по вполне понятным причинам привязано к определенной марке прибора и реализует, как правило, ограниченный набор для реализации способов качественного и количественного анализа. К тому же хотя и не очень быстрый прогресс в способах обработки данных приводит к старению специализированных программных продуктов более быстрому, чем физический и моральный износ самой аппаратуры. Кроме того, в рассматриваемой области существует большое число задач, как правило, не охваченных программным обеспечением, поставляемым с оборудованием. Это ограничивает применение РФА к анализу новых материалов, затрудняет разработку новых способов анализа и затрудняет проводить исследования по совершенствованию аппаратуры.

Указанный пробел может восполнить лабораторный информационно-вычислительный комплекс, который должен содержать справочную базу по фундаментальным параметрам взаимодействия рентгеновского излучения с веществом, моделирующие программы, имитирующие генерацию рентгеновского излучения, возникновения флуоресцентного и рассеянного излучения при взаимодействии с анализируемым объектом, отклик элементов спектрометра на это излучение и реализовать различные способы построения градуировочной характеристики и проведения анализа. Подобный комплекс может быть реализован с применением справочно-вычислительной среды «X-ENERGO».

УДК: 535

**И.А.Назаров, П.К. Ольшин\*, А.А. Маньшина\***

*Санкт-Петербургский Государственный Университет, физический факультет,  
Санкт-Петербург, Россия*

*\*Санкт-Петербургский Государственный Университет, институт химии, Санкт-Петербург, Россия*

[Zink.my@gmail.com](mailto:Zink.my@gmail.com)

## СОЗДАНИЕ ВОЛНОВОДОВ В ФОСФАТНЫХ СТЕКЛАХ С ПОМОЩЬЮ ФЕМТОСЕКУНДНОГО ЛАЗЕРА

Использование технологии фемтосекундной лазерной записи позволило создавать трехмерные структуры (такие как волноводы, дифракционные решетки, фильтры, разветвители и т.д.) внутри стекол. Сфокусированный лазерный луч внутри стекла инициирует нелинейные процессы, которые изменяют показатель преломления. Таким образом, появилась возможность создания структур с заданной трехмерной архитектурой, поэтому такой метод записи быстро набрал свою популярность.

Для проведения экспериментов по лазерной записи были синтезированы фосфатные стекла с содержанием ниобия и лития  $\text{Li}_2\text{O}$ -50мол%,  $\text{P}_2\text{O}_5$ -40мол%,  $\text{Nb}_2\text{O}_5$ -10мол%. Эксперименты по лазерной записи проводились с помощью фемтосекундного лазера Ti:sapphire с длительностью импульса 100фс, частотой следования 250 кГц, длиной волны 800нм и средней мощностью 13,2 мВт. Далее луч фокусировался с использованием 100-х объектива внутри фосфатного стекла на глубине 60мкм. Для наблюдения процесса записи перед объективом была установлена камера. Экспериментальные образцы устанавливались на трехкоординатном моторизованном трансляторе. Лазерная запись производилась при линейном перемещении образца относительно лазерного луча.

Была проведена серия экспериментов, в которых менялась скорость записи в диапазоне (0,0025-0,1 мм/сек), и количество сканирований при постоянной скорости 0,01мм/сек. На рисунке 1 представлена микрофотография полученных волноводов.

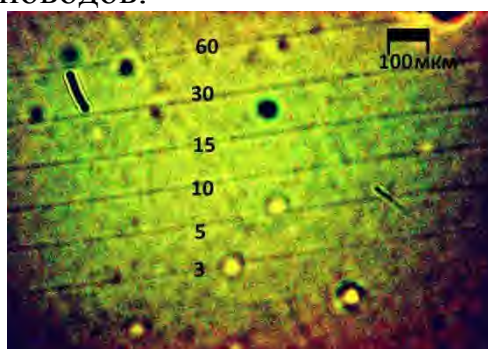


Рисунок 1. Записанные волноводы в стекле  $\text{Li}_2\text{O}$ - $\text{P}_2\text{O}_5$ - $\text{Nb}_2\text{O}_5$  при различном количестве сканирований.





ЯМР-, ЭПР-спектроскопия  
и магнитная томография

ИК-Фурье, FT-NIR,  
КР- и терагерцовая  
спектроскопия

Массо-спектрометрия  
Газовая хроматография

Рентгеновская  
спектрометрия и  
дифрактометрия  
Опτικο-эмиссионный  
анализ

See the World of Bruker.  
Лидер аналитического  
приборостроения

[www.bruker.com](http://www.bruker.com)

**ООО Брукер**  
Пятницкая ул. 50/2, стр. 1  
119017 Москва  
Тел. +7 495 517 9284  
Факс +7 495 517 9286  
E-Mail: [info@bruker.ru](mailto:info@bruker.ru)

Innovation with Integrity







**АНАЛИТ**  
WWW.ANALIT-SPB.RU

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

 **SHIMADZU**  
Excellence in Science

## КОМПАНИЯ «АНАЛИТ» —

генеральный дистрибьютор Shimadzu и партнер многих известных производителей аналитического и вспомогательного оборудования, дополняющего линейку приборов Shimadzu.

С 2004 г. «АНАЛИТ» официально признается Shimadzu в качестве своего лучшего дистрибьютора в России.

Приоритетная задача нашей компании — системный подход при оснащении научных и производственных лабораторий.

Мы оказываем всестороннюю поддержку заказчикам и осуществляем техническое сопровождение проектов.

Нашими клиентами и партнерами являются лаборатории крупнейших университетов, научно-исследовательских организаций и промышленных предприятий, занимающих лидирующие позиции во многих отраслях производства, науки и образования.

СЕРВИСНАЯ СЛУЖБА «АНАЛИТ» состоит из квалифицированных сервис-инженеров и методистов, сертифицированных производителями оборудования. Наши сервис-инженеры регулярно проходят стажировки на фирмах-производителях.

НАЛИЧИЕ СОБСТВЕННОЙ АНАЛИТИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ позволяет нам проводить аналитические исследования, выполнять рутинные анализы, демонстрировать возможности предлагаемого оборудования, разрабатывать методики и проводить углубленное обучение специалистов-аналитиков.

МЫ УДЕЛЯЕМ БОЛЬШОЕ ВНИМАНИЕ ОБУЧЕНИЮ ПЕРСОНАЛА ЗАКАЗЧИКОВ и регулярно проводим теоретические семинары и практические стажировки на базе нашей лаборатории.

«АНАЛИТ» регулярно организует информационные семинары в Петербурге и других крупных городах РФ для ознакомления клиентов с новинками оборудования.

**МЫ ПРЕДОСТАВЛЯЕМ НАШИМ КЛИЕНТАМ КОМПЛЕКСНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ И ОБЕСПЕЧИВАЕМ ВЫСОКИЙ УРОВЕНЬ ПОДДЕРЖКИ И СЕРВИСА.**

## НАШИ ПАРТНЁРЫ:



199106, Санкт-Петербург  
26-я линия Б.О., д. 15, корп. 2, лит. А, офис 9.05  
Тел./факс: +7 (812) 325-5302, +7 (812) 325-8008  
info@analit-spb.ru

Офис в Москве: (495) 640-7611  
Офис в Уфе: (3471) 233 8831  
Офис в Н. Новгороде: (831) 416-4686  
Офис в Казани: (843) 519-4617





Группа компаний "БиоЛайн" (ООО "БиоЛайн", ООО "БиоСистемы") представляет на российском рынке оборудование и реагенты для научных исследований ведущих мировых производителей:

**Лабораторное оборудование:**

- Проточные цитофлуориметры и клеточные сортеры **BD Biosciences** (США)
- Гистологическое оборудование **Leica Biosystems** (Германия)
- Сканирующие системы **Leica Biosystems** (Германия)
- Оборудования для исследований методом флуоресцентной in-situ гибридизации **Leica Biosystems** (Германия)
- Системы для стереотаксиса **Leica Biosystems** (Германия)
- Оборудование для фотометрии, диспенсинга и имиджинга **Biotek** (США)
- Анализатор межмолекулярных взаимодействий производства **Dynamic Biosensors** (Германия)
- Ламинарно-поточные шкафы и модули для чистых помещений **Kojair** (Финляндия)
- Автоклавы, средоварки и разливные модули **Systec** (Германия)
- Сухожаровые шкафы **Shellab** (США)
- Лабораторные центрифуги **Hermle** (Германия)
- Низкотемпературные морозильники **Snijders** (Нидерланды)
- Дозирующее оборудование, мерная посуда из стекла 1 и 2 класса **BRAND** (Германия)

**Реагенты и расходные материалы:**

- Гистологические расходные материалы **Leica Biosystems** (Германия)
- Реагенты для иммуноцитохимии и иммуногистохимии **Leica Biosystems** (Германия)
- Реагенты для исследований методом флуоресцентной in-situ гибридизации **Cytocell** (Великобритания)
- Реагенты для проточной цитометрии **BD Biosciences** (США)

Специалисты группы компаний «БиоЛайн» оказывают консультационную поддержку, проводят инсталляцию, обучение, IQ/OQ тесты, гарантийное и постгарантийное обслуживание.