

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ
научно-практической конференции учёных
России и Хорватии

-

THESIS OF REPORTS
scientific-practical conference of Russian and
Croatian scientists

Москва (Moscow)
2019

Ministry of science and higher education of the Russian Federation

Ministry of science and education of the Republic of Croatia

Thesis of reports

**SCIENTIFIC-PRACTICAL CONFERENCE OF
RUSSIAN AND CROATIAN SCIENTISTS**

with the support of the Ministry of science and higher education of the Russian Federation in the framework of the Federal target program "Research and development in priority areas of development of the scientific and technical complex of Russia for 2014-2020", as well as in pursuance of the decisions taken on the results of the intergovernmental Russian-Croatian Commission on economic, scientific and technical cooperation.

**2019 .
Moscow**

Министерство науки и высшего образования РФ
Министерство науки и образования Республики Хорватия

Сборник тезисов докладов
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ УЧЕНЫХ
РОССИИ И ХОРВАТИИ

при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках реализации федеральной целевой программы «Исследования и разработка по приоритетным направлениям развития научно-технического комплекса России на 2014-2020 годы», а также во исполнение решений, принятых по итогам Межправительственной Российско-Хорватской комиссии по экономическому и научно-техническому сотрудничеству.

2019 г.
Москва

УДК 621

Составители:
Н.А. Коротченко

**Тезисы докладов Научно-практической конференции учёных России и Хорватии: Сборник – М.: НИТУ «МИСиС», 2019. – 247 с.
ISBN 978-5-907226-34-0**

В сборнике представлены тезисы докладов участников научно-практической конференции ученых России и Хорватии при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках реализации федеральной целевой программы «Исследования и разработка по приоритетным направлениям развития научно-технического комплекса России на 2014-2020 годы», а также во исполнение решений, принятых по итогам Межправительственной Российско-Хорватской комиссии по экономическому и научно-техническому сотрудничеству.

ISBN 978-5-907226-34-0

© НИТУ «МИСиС», 2019

Оргкомитет:

Семин Алексей Алексеевич, Минобрнауки
Филонов Михаил Рудольфович, д.т.н., НИТУ «МИСиС»
Темкин Игорь Олегович, д.т.н., НИТУ «МИСиС»
Слепцов Владимир Владимирович, д.т.н., МАИ
Staša Skenžić, prof., Министерство Науки и Образования Республики Хорватия

Committee:

Semin A., Ministry of science and higher education of the Russian Federation
Filonov M., doctor of engineering sciences, NUST «MISIS»
Temkin I., doctor of engineering sciences, NUST «MISIS»
Sleptcov V., doctor of engineering sciences, MAI
Staša Skenžić, prof., Ministry of science and education of the Republic of Croatia

Содержание/ Content

Оргкомитет:.....	5
Committee:.....	5
Содержание/ Content.....	6
СЕКЦИЯ 1 : BIOMЕДИЦИНА. BIOTECHNOLOGIES. / SECTION 1 : BIOMEDICINE. BIOTECHNOLOGIES.....	19
ФОТОХРОМНЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ BIOMЕДИЦИНСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ Барачевский В.А. ...	19
PHOTOCROMIC SYSTEMS FOR BIOMEDICAL TECHNOLOGIES Barachevsky V.....	20
ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ ФОСФАТОВ КАЛЬЦИЯ, В ПОЛИМЕРНОЙ МАТРИЦЕ ХИТИНА Голованова О.А., Фадеева Т.В.....	21
PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF COMPOSITES BASED ON CALCIUM PHOSPHATES, IN THE CHITIN POLYMER MATRIX Golovanova O., Fadeeva T.	22
БИОМИМЕТИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ КАРБОНАТГИДРОКСИАПАТИТА В ПРИСУТСТВИИ ХОНДРОИТИНСУЛЬФАТА Голованова О.А.....	23
BIOMIMETIC SYNTHESIS OF CARBONATE HYDROXYAPATITE IN THE PRESENCE OF CHONDROITIN SULFATE Golovanova O.....	24
КОМПОЗИЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ НА ОСНОВЕ СМЕСИ ФОСФАТОВ КАЛЬЦИЯ И АЛЬГИНАТА НАТРИЯ Голованова О.А., Цыганова А.А.	25
COMPOSITE MATERIAL BASED ON MIXTURE OF CALCIUM PHOSPHATES AND SODIUM ALGINATE Golovanova O., Tsyganova A.	26
АДАПТАЦИЯ ВОДНЫХ РАСТЕНИЙ К ДЕЙСТВИЮ АНТРОПОГЕННЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ Бондарева Л.Г.	27
ADAPTATION OF AQUATIC PLANTS TO INFLUENCE OF THE ARTIFICIAL POLLUTIONS Bondareva L.	28
МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНАЯ ТЕРМОГРАФИЯ Богатов Н.М., Сеницын А.С., Шаповалов С.К.29	
MAGNETIC RESONANCE THERMOGRAPHY Bogatov N., Sinitsyn A., Sharovalov S.	30
ТРАНСПЛАНТОЛОГИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ КОМПЕНСАЦИИ РАЗЛИЧНЫХ ПАТОЛОГИЧЕСКИХ СОСТОЯНИЙ Куликов А.В., Архипова Л.В., Гаврилюк В.Б., Мндлян Е., Глазкова П.А., Глазков А.А., Куликов Д.А.....	31
TRANSPLANTATION METHODS OF COMPENSATION OF COMPENSATION PATHOLOGICAL CONDITIONS Kulikov A., Arkhipova L., Gavrilyuk V., Mndlyan E., Glazkova P., Glazkov A., Kulikov D.	32
ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ТОКСИКОЛОГИЯ НА СТРАЖЕ ЗДОРОВЬЯ ЧЕЛОВЕКА Жанатаев А.К., Дурнев А.Д.	33
GENETIC TOXICOLOGY ON THE GUARD ON THE HUMAN HEALTH Zhanataev A., Durnev A.	34

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ НК-КЛЕТОК И КЛЕТОК ТРОФОБЛАСТА ПРИ ПРИВЫЧНОМ НЕВЫНАШИВАНИИ БЕРЕМЕННОСТИ. IN VITRO ИССЛЕДОВАНИЕ Михайлова В.А. Баженов Д.О., Соколов Д.И., Сельков С.А.	34
NK CELL INTERACTION WITH TROPHOBLAST CELLS AT RECURRENT MISCARRIAGE. IN VITRO ASSAY Mikhailova V., Bazhenov D., Sokolov D., Selkov S.	35
ПРОТЕОМНОЕ ПРОФИЛИРОВАНИЕ МИКРОВЕЗИКУЛ КЛЕТОК ЛИНИИ НК-92 С ПОМОЩЬЮ MALDI-МАСС-СПЕКРОМЕТРИИ Корневский А.В., Березкина М.Э., Милютина Ю.П., Михайлова В.А., Соколов Д.И., Сельков С.А.	37
NK-92 CELL LINE MICROVESICLE PROTEOMIC PROFILING USING MALDI-MASS-SPECTROMETRY Korenevsky A., Berezkina M., Milyutina Yu., Mikhailova V., Sokolov D., Selkov S.	37
СПОСОБ МИКРОФЛЮИДНОГО СИНТЕЗА СОЛИ РАЗВЕТВЛЕННОГО ОЛИГОГЕКСАМЕТИЛЕНГУАНИДИНА И СОЗДАНИЕ ОФТАЛЬМОЛОГИЧЕСКОГО ПРЕПАРАТА НА ЕГО ОСНОВЕ ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ ИНФЕКЦИОННЫХ КОНЪЮКТИВИТОВ Иванов И.С., Норин А.М., Шаталов Д.О., Кедик С.А.	38
METHOD OF MICROFLUID SYNTHESIS OF SALT BRANCHED OLIGOGEXAMETHYLENUGANIDIN AND DEVELOPMENT OF OPHTHALMOLOGICAL DRUG ON ITS BASIS FOR THE TREATMENT OF INFECTIOUS CONJECTIVES Ivanov I., Norin A., Shatalov D., Kedik S.	39
НЕПОСРЕДСТВЕННЫЕ И ОТДАЛЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПОВТОРНОГО КОРОНАРНОГО ШУНТИРОВАНИЯ, ВЫПОЛНЕННОГО В ФГБУ «НМИЦССХ ИМ. А.Н. БАКУЛЕВА» МЗ РФ И ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПОВТОРНЫХ ОПЕРАЦИЯХ В РФ Казарян А.В., Сигаев И.Ю., Старостин М.В., Керен М.А., Енокян Л.Г., Морчадзе Б.Д., Пилипенко И.В., Гусев П.В., Кудашев И.Ф., Назаров А.А., Бокерия Л.А.	40
ANALYSIS OF EARLY AND LATE OUTCOMES OF REDO CORONARY ARTERY BYPASS GRAFTING, PERFORMED IN THE A.N. BAKULEV NATIONAL MEDICAL RESEARCH CENTER OF CARDIOVASCULAR SURGERY AND GENERAL INFORMATION ON THE RE-OPERATIONS IN RUSSIA Kazaryan A., Sigaev I., Starostin M., Karen, M., Yenokyan L., Morchadze B., Pylypenko I., Gusev P., Kudashev I., Nazarov A., Bockeria L.	41
РАЗРАБОТКА ВЕТЕРИНАРНОГО ПРЕПАРАТА СИНБИОТИЧЕСКОГО ТИПА ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ Айдакова А.В., Шаталов Д.О., Засыпкина Н.А., Михайлова Н.А., Панов А.В.	42
DEVELOPMENT OF VETERINARY DRUGS OF SYNBIOTIC TYPE FOR APPLICATION IN ANIMAL BREEDING Aydakova A., Shatalov D., Zasypkina N., Mikhailova N., Panov A.	43
СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ МОЛОЧНЫЙ ПРОДУКТ ДЛЯ ПИТАНИЯ СПОРТСМЕНОВ Медведев Г.В., Медведева Е.В., Каленик Т.К.	44
SPECIALIZED DAIRY PRODUCT FOR NUTRITION OF ATHLETES Medvedev G., Medvedeva E., Kalenik T.	45
КОМПОЗИТЫ НА ОСНОВЕ ГИДРОКСИАПАТИТА И ВОЛЛАСТОНИТА ДЛЯ РЕКОНСТРУКЦИИ КОСТНОЙ ТКАНИ Солоненко А.П.	46
HYDROXYAPATITE AND WOLLASTONITE COMPOSITES FOR BONE TISSUE RECONSTRUCTION Solonenko A.	47
АКТИВНОСТЬ ГЛУТАТИОНОВОЙ СИСТЕМЫ АНТИОКСИДАНТНОЙ ЗАЩИТЫ В ГЕПАТОЦИТАХ ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ МОДЕЛИРОВАНИИ НЕАЛКОГОЛЬНОГО СТЕАТОГЕПАТИТА Ковалевский Д.А., Денисенко Ю.К., Новгородцева Т.П.	48

ACTIVITY OF THE GLUTATHIONE ANTIOXIDANT DEFENSE SYSTEM IN HEPATOCYTES IN EXPERIMENTAL MODELING OF NON-ALCOHOLIC STEATOHEPATITIS Kovalevskii D., Denisenko Y., Novgorodtseva T.....	49
МУЛЬТИЛОКУСНОЕ СИКВЕНС ТИПИРОВАНИЕ ШТАММОВ LISTERIA MONOCYTOGENES, ВЫДЕЛЕННЫХ ОТ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ, КАК ОДИН ИЗ ИНСТРУМЕНТОВ МОЛЕКУЛЯРНО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА Псарева Е.К. ¹ , Егорова И.Ю. ² , Лискова Е.А. ¹ , Ражева И.В. ¹ , Гладкова Н.А. ¹ , Соколова Е.В. ¹ , Журилов П.А. ¹ , Потемкин Е. А. ¹ , Чаленко Я.М. ^{1,3} , Ермолаева С.А. ¹	50
THE MULTILOCUS SEQUENCE TYPING OF LISTERIA MONOCYTOGENES STRAINS FROM AGRICULTURAL ANIMALS IS ONE OF THE MOLECULAR-EPIDEMIOLOGICAL ANALYSIS METHOD Psareva E. ¹ , Egorova I. ² , Liskova E. ¹ , Razheva I. ¹ , Gladkova N. ¹ , Sokolova E. ¹ , Zhurilov P. ¹ , Potemkin E. ¹ , Chalenko Y. ^{1,3} , Ermolaeva S. ¹	51
ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ КИКБОКСЕРОВ ВЫСОКОЙ КВАЛИФИКАЦИИ В РАЗДЕЛЕ К-1 Турманидзе В.Г., Фоменко А.А., Салугин Ф.В.	52
FEATURES OF FUNCTIONING OF THE CENTRAL NERVOUS SYSTEM OF HIGH QUALIFICATION KICKBOXERS IN SECTION K-1 Turmanidze V., Fomenko A., Salugin Ph.	53
ИЗУЧЕНИЕ ПОТРЕБЛЕНИЯ БЕЛЬЯ И ОДЕЖДЫ В УСЛОВИЯХ 520-СУТОЧНОЙ ИЗОЛЯЦИИ В ХОДЕ ЭКСПЕРИМЕНТА ПО ПРОЕКТУ «МАРС-500» Шумилина И.В.	54
INVESTIGATIONS OF UNDERWEAR AND GARMENT USING UNDER CONDITIONS OF 520-DAY ISOLATION DURING THE MARS-500 PROJECT Shumilina I.	55
МЕТАМАТЕРИАЛ НА ОСНОВЕ ОКСИДОВ ЦИРКОНИЯ И АЛЮМИНИЯ ДЛЯ БИОМЕДИЦИНСКИХ ПРИМЕНЕНИЙ: ПОЛУЧЕНИЕ И ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ Кульков С.Н., Буяков А.С., Кульбакин Д.Е., Казанцев И.Б., Цуканов А.И.	56
ZIRCONIA/ ALUMINA META-MATERIAL FOR BIOMEDICAL APPLICATIONS: EXPERIENCE FOR SINTERING AND REAL PRACRICE Kulkov S., Buyakov A., Kulbakin D. and Kazantsev I., Tsukanov A.	57
РАЗВИТИЕ ПРАВОВОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ГЕНОМНОЙ ТЕРАПИИ В РОССИИ И ХОРВАТИИ Васильев С.А.	58
DEVELOPMENT OF LEGAL REGULATION OF GENOMIC THERAPY IN RUSSIA AND CROATIA Vasiliev S.	58
НОВЫЕ ПРОИЗВОДНЫЕ ЦИСПЛАТИНА, ПОЛИМЕРНЫЕ ЧАТИЦЫ НА ИХ ОСНОВЕ И ИХ ПРОТИВООПУХОЛЕВАЯ АКТИВНОСТЬ Фомичева М.В. ¹ , Подругина Т.А. ² , Никольская Е.Д. ¹ , Жунина О.А. ¹ , Яббаров Н.Г. ¹	59
NEW CISPLATIN DERIVATIVES, POLYMERIC PARTICLES ON THEIR BASIS AND THEIR ANTITUMOR ACTIVITY Fomicheva M. ¹ , Podrugina T. ² , Nikolskaya E. ¹ , Zhunina O. ¹ , Yabbarov N. ¹	60
СРАВНЕНИЕ ДВУХ ХРОМАТОГРАФИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ РЕКОМБИНАНТНЫХ МОНОКЛОНАЛЬНЫХ АНТИТЕЛ В КУЛЬТУРАЛЬНОЙ ЖИДКОСТИ Аскретков А.Д., Шаталов Д.О.	61
COMPARISON OF TWO CHROMATOGRAPHIC METHODS TO DETERMINE RECOMBINANT MONOCLONAL ANTIBODY CONCENTRATION IN CELL CULTURE MEDIA Askretkov A., Shatalov D.	62
ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ КУЛЬТУР ВСЕРОССИЙСКОЙ КОЛЛЕКЦИИ МИКРООРГАНИЗМОВ В БИОТЕХНОЛОГИИ. МИКРОБНЫЕ БИОСЕНСОРЫ Кувичкина Т.Н., Капаруллини Е.Н., Доронина Н.В., Решетиллов А.Н.	63

POSSIBILITY OF APPLICATION OF CULTURES OF THE ALL-RUSSIAN COLLECTION OF MICRO-ORGANISMS IN BIOTECHNOLOGY. MICROBIAL BIOSENSORS Kuvichkina T., Kaparullina E., Doronina N., Reshetilov A.	64
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОЙ СУБСТАНЦИИ «ОГМГ-ГХ» И СОЗДАНИЕ НА ЕЁ ОСНОВЕ ГОТОВОЙ ЛЕКАРСТВЕННОЙ ФОРМЫ СПРЕЙ ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ ЗАБОЛЕВАНИЙ ПОЛОСТИ РТА Беляков С.В., Шаталов Д.О., Твердохлебова А.М., Евстафьева К.С.	65
DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR PRODUCING PHARMACEUTICAL SUBSTANCE "OGMG-HC" AND OF DOSAGE FORM «SPRAY FOR TREATMENT OF DISEASES OF THE ORAL CAVITY» Beliakov S., Shatalov D., Tverdokhlebova A., Evstafieva K.	66
ОЦЕНКА БИОДЕГРАДАТИВНОЙ АКТИВНОСТИ НОВЫХ ШТАММОВ-ДЕСТРУКТОРОВ ТОКСИЧНЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ Поливцева В.Н., Есикова Т.З., Анохина Т.О., Соляникова И.П.	67
EVALUATION OF BIODEGRADATION ACTIVITY OF NEW STRAINS DEGRADING TOXIC ORGANIC COMPOUNDS Polivtseva V., Esikova T., Anokhina T., Solyanikova I.	68
ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОННОГО ОБЛУЧЕНИЯ СЕМЯН НА РАЗВИТИЕ ПРОРОСТКОВ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ Лой Н.Н., Сулова О.В., Гулина С.Н.	69
INFLUENCE OF ELECTRON BEAMS OF SEEDS ON THE DEVELOPMENT OF SPRING OF WHEAT SPRING WHEAT Loy N., Suslova O., Gulina S.	70
НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ NIRS. АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ ВЗГЛЯД НА МЕТОДИКУ Ломакин М.В., Рыбка М.М., Дибин Д.А., Хинчагов Д.Я., Лосева А.С., Юдин Г.В.	71
NEW FEATURES OF NIRS. ALTERNATIVE VIEW OF THE METHOD Lomakin M., Rybka M., Dibin D., Khinchagov D., Loseva A., Yudin G.	72
АВТОНОМНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ ПО ДАННЫМ ВАРИАбельНОСТИ РИТМА СЕРДЦА КИРЯЧКОВ Ю.Ю. ¹ , БОСЕНКО С.А. ¹ , МУСЛИМОВ Б.Г. ²	73
DIGITAL PARAMETERS OF THE NORM AND PATHOLOGY OF FUNCTIONAL ACTIVITY OF THE AUTONOMOUS NERVOUS SYSTEM ACCORDING TO THE HEART RATE VARIABILITY. Kiryachkov Y. ¹ , Bosenko S.A. ¹ , Muslimov B.G. ²	75
РАЗРАБОТКА ГИДРОТЕРМАЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ИМПОРТОЗАМЕЩАЮЩИХ БИОСОВМЕСТИМЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ ПОРОШКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ГИДРОКСИЛАПАТИТА С РЕГУЛИРУЕМЫМИ СТЕПЕНЬЮ КРИСТАЛЛИЧНОСТИ И ПОКАЗАТЕЛЯМИ ДИСПЕРСНОСТИ Юдин А.Г., Чупрунов К.О., Кузнецов Д.В., Лейбо Д.В., Ильиных И.А.	76
DEVELOPMENT OF A HYDROTHERMAL TECHNOLOGY FOR THE PRODUCTION OF IMPORT-SUBSTITUTING BIOCOMPATIBLE CERAMIC POWDER MATERIALS BASED ON HYDROXYAPATITE WITH ADJUSTABLE CRYSTALLINITY AND DISPERSION INDICES Yudin A., Chuprunov K., Kuznetsov D., Leibo D., Ilinykh I.	77
ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ СУБМИКРОННЫХ ПОРОШКОВ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ОКСИДОВ ВЫСОКОЙ ЧИСТОТЫ ДЛЯ СИНТЕЗА СЦИНТИЛЛЯЦИОННЫХ КРИСТАЛЛОВ ОРТОСИЛИКАТА ЛЮТЕЦИЯ ДЛЯ ДЕТЕКТИРУЮЩИХ МЕДИЦИНСКИХ СИСТЕМ Гасанов А.А., Юрасова О.В., Чапыгин А.М., Апанасенко В.В., Самиева Д.А., Василенко С.А.	78
TECHNOLOGY OF OBTAINING SUBMICRON POWDERS OF RARE EARTH OXIDES OF HIGH PURITY FOR THE SYNTHESIS OF SCINTILLATION CRYSTALS OF LUTETIUM ORTHOSILICATE FOR DETECTING MEDICAL SYSTEMS Gasanov A., Yurasova O., Chapygin A., Apanasenko V., Samieva D., Vasilenko S.	79

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ МИКРОЭЛЕМЕНТНОГО БАЛАНСА В ОРГАНИЗМЕ НА ОСНОВЕ НЕИНВАЗИВНЫХ МЕТОДОВ Егорова М.В., Федорова Н.Е, Родионов А.С.	80
COMPLEX APPROACH TO MICROELEMENT BALANCE ASSESSMENT IN HUMAN ORGANISM BY NON-INVASIVE METHODS Egorova M., Fedorova N., Rodionov A.	81
РАЗРАБОТКА ПОЛИМЕРНЫХ ЧАСТИЦ ПРОИЗВОДНЫХ ХЛОРИНА ϵ_8 НА ОСНОВЕ СОПОЛИМЕРА МОЛОЧНОЙ И ГЛИКОЛЕВОЙ КИСЛОТ (PLGA) Жунина О.А. ^{1,2} , Никольская Е.Д. ^{1,2} , Яббаров Н.Г. ^{1,2} , Бегановская В.А. ³ , Гущина О.И. ⁴ , Ларкина Е.А. ⁴ , Миронов А.Ф. ⁴ , Лобанов А.В. ¹	83
DEVELOPMENT OF CHLORIN ϵ_8 DERIVATIVES-LOADED POLYMERIC PARTICLES BASED ON THE POLY(LACTIC-CO-GLYCOLIC ACID) (PLGA) Zhunina O. ^{1,2} , Nikolskaya E. ^{1,2} , Yabbarov N. ^{1,2} , Beganovskaya V. ³ , Gushchina O. ⁴ , Larkina E. ⁴ , Mironov A. ⁴ , Lobanov A. ¹	84
НОВЫЕ ПРИНЦИПЫ СОЗДАНИЯ ВОДОЭМУЛЬСИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ Печеный Б.Г., Асельдеров Б.Ш., Дайронас М.В.	85
NEW PRINCIPLES FOR CREATING WATER EMULSION MATERIALS Pechenyi B., Aselderov B., Daironas M.	86
ПРЕИМУЩЕСТВА И ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ НА ПРИМЕРЕ НАНОЧАСТИЦ ОКСИДОВ ЖЕЛЕЗА Гервиц Н.Е. ^{1,2} , Старчиков С.С. ² , Гиппиус А.А. ^{1,3} , Любутин И.С. ² , Ткачев А.В. ¹ , Демихов Е.И. ¹ , Васильев А.Л. ^{4,5} , Абакумов М.А. ^{6,7} , Семкина А.С. ^{6,7}	88
ADVANTAGES AND FEATURES OF USING VARIOUS METHODS OF RESEARCH ON THE EXAMPLE OF IRON OXIDE NANOPARTICLES Gervits N. ^{1,2} , Starchikov S. ² , Gippius A. ^{1,3} , Lyubutin I. ² , Tkachev A. ¹ , Demikhov E. ¹ , Vasiliev A. ^{4,5} , Abakumov M. ^{6,7} , Semkina A. ^{6,7}	89
НОВАЯ БИОМИШЕНЬ И ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ ВАКЦИНА ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ АУТОИММУННЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ Меньшиков И.В., Бедулева Л.В., Сидоров А.Ю., Терентьев А.С.	90
A NOVEL BIOTARGET AND PROMISING VACCINE FOR TREATMENT OF AUTOIMMUNE DISEASES Menshikov I., Beduleva L., Sidorov A., Terentiev A.	90
НЕИНВАЗИВНЫЕ НЕЙРОПОДОБНЫЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКАЯ И ОПТИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ Зайцева А.Ю. ¹ , Кислякова Л.П. ¹ , Авдюшенко С.А. ² , Кисляков Ю.Я. ¹	91
NON-INVASIVE NEURAL SIMILAR ELECTROCHEMICAL AND OPTICAL DIAGNOSTIC SYSTEMS FOR MEDICAL AND BIOLOGICAL PURPOSE Zaitseva A. ¹ , Kislyakova L. ¹ , Avdyushenko S. ² , Kislyakov Yu. ¹	92
ИЕРАРХИЧЕСКИЕ НАНОЗОЛОТЫЕ МЕТКИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ГРАДИЕНТНОГО ЛАТЕРАЛЬНОГО ПРОТОЧНОГО ИММУНОАНАЛИЗА ПРОКАЛЬЦИТОНИНА Осипов А.П. ¹ , Серебренникова К.В. ² , Самсонова Ж.В. ² , Кузнецов Д.В. ¹	93
HIERARCHICAL NANOGOLD LABELS FOR IMPROVING THE SENSITIVITY OF GRADIENT LATERAL FLOW IMMUNOASSAY FOR PROCALCITONIN Osipov A. ¹ , Serebrennikova K. ² , Samsonova J. ² , Kuznetsov D. ¹	94
РАЗРАБОТКА АЦИДОФИЛЬНОГО ПРОДУКТА С ИММУНОКОМПЛЕКСОМ ДЛЯ НАСЕЛЕНИЯ СЕВЕРА Ахременко Я.А., Тарасова Л.А.	95
DEVELOPMENT OF ACIDOPHILUS PRODUCT WITH IMMUNOCOMPLEX FOR POPULATION OF THE NORTH Akhremenko Ya., Tarasova L.	96
ИЗУЧЕНИЕ АНТИМИКРОБНОЙ АКТИВНОСТИ ЭКСТРАКТОВ КУСТИСТЫХ ЛИШАЙНИКОВ, ПРОИЗРАСТАЮЩИХ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ Тарасова Л.А., Ахременко Я.А.	96

STUDY OF ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF EXTRACTS OF BUSHY LICHENS GROWING IN CENTRAL YAKUTIA Tarasova L., Akhremenko Ya.	97
ОДНОКРАТНОЕ ВВЕДЕНИЕ КАНДИДАТНОЙ ВАКЦИНЫ НА ОСНОВЕ РЕКОМБИНАНТНОГО АДЕНОВИРУСНОГО ВЕКТОРА ИНДУЦИРУЕТ ДЛИТЕЛЬНЫЙ ЗАЩИТНЫЙ ИММУНИТЕТ ПРОТИВ ВИРУСА БЕШЕНСТВА Никонова А.Э., Артемова Э.А., Лосич М.А., Зайкова О.Н. 98	
SINGLE ADMINISTRATION OF CANDIDATE VACCINE BASED ON RECOMBINANT ADENOVIRAL VECTOR INDUCES LONG-LASTING PROTECTIVE IMMUNITY AGAINST RABIES VIRUS Nikonova A., Artemova E., Losich M., Zaykova O.	99
НОВЫЙ МЕТОД ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОТИВОВОРАКОВЫХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ Ванеев А. ^{1,2} , Лопатухина Е. ^{1,4} , Алова А. ^{1,3} , Ерофеев А. ^{1,2,3} , Горелкин П. ^{3,4,8} , Красновская О. ¹ , Колмогоров В. ^{1,2,3} , Корчев Ю. ^{3,5,6} , Клячко Н. ¹ , Мажуга А. ^{1,3,7} , Эдвардс С. ^{5,8} , Новак П. ^{3,5,8}	100
NEW APPROACH FOR TESTING EFFICIENCY OF NOVEL ANTICANCER DRUGS Vaneev A. ^{1,2} , Lopatuhina E. ^{1,4} , Alova A. ^{1,3} , Erofeev A. ^{1,2,3} , Gorelkin P. ^{3,4,8} , Krasnovskaya O. ¹ , Kolmogorov V. ^{1,2,3} , Korchev Y. ^{3,5,6} , Klyachko N. ¹ , Majouga A. ^{1,3,7} , Edwards S. ^{5,8} , Novak P. ^{3,5,8}	101
ИНИЦИАЦИЯ ТРАНСЛЯЦИИ мРНК ЭНТЕРОВИРУСОВ КАК МИШЕНЬ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ПРОТИВОВИРУСНЫХ ПРЕПАРАТОВ Никонова Е.Ю., Виноградова Е.С., Невская Н.А., Гарбер М.Б., Никонов С.В., Никонов О.С.	102
ENTEROVIRAL mRNA TRANSLATION INITIATION AS A TARGET FOR ANTIVIRAL DRUG DESIGN Nikonova E., Vinogradova E., Nevskaya N., Garber M., Nikonov S., Nikonov O.	102
ПРИМЕНЕНИЕ КРАСНОГО ФЛУОРЕСЦЕНТНОГО БЕЛКА KillerRed ДЛЯ ОЦЕНКИ БАКТЕРИЦИДНОГО ДЕЙСТВИЯ АНТИМИКРОБНЫХ ПРЕПАРАТОВ Назаров П.А. ¹ , Каракозова М.В. ²	103
APPLICATION OF KillerRed RED FLUORESCENT PROTEIN FOR EVALUATION OF THE BACTERICIDAL ACTION OF ANTIMICROBIAL DRUGS Nazarov P. ¹ , Karakozova M. ²	104
ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА МИКРОКЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОМ ПРЕДПРИЯТИИ Николаева Н.И., Лукичева Т.А., Филин А.С.	105
HYGIENIC EXPERT MICROCLIMATICS ON THE PHARMACEUTICAL ENTERPRISE Nikolaeva N., Lukicheva T., Filin A.	106
ИЗМЕРЕНИЕ ЛОКАЛЬНЫХ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ОПУХОЛЕВЫХ КЛЕТОК ПОД ДЕЙСТВИЕМ ТЕРАПЕВТИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ МЕТОДОМ СКАНИРУЮЩЕЙ ИОН-ПРОВОДЯЩЕЙ МИКРОСКОПИИ Колмогоров В.С. ^{1,2,3} , Савин Н.А. ³ , Яковлев А.П. ³ , Алова А.В. ^{1,2} , Юдина А.С. ¹ , Гаранина А.С. ³ , Ерофеев А.С. ^{1,2,3} , Горелкин П.В. ^{2,4,8} , Клячко Н.Л. ¹ , Киреев И.И. ¹ , Мажуга А.Г. ^{1,3,7} , Эдвардс К. ^{5,8} , Корчев Ю.Е. ^{3,5,6} , Новак П. ^{3,5,8}	107
LOCAL MECHANICAL PROPERTIES MEASURED BY SCANNING ION-CONDUCTANCE MICROSCOPY FOR TUMOR CELL EXPOSED TO THERAPEUTIC DRUGS Kolmogorov V. ^{1,2,3} , Savin N. ³ , Iakovlev A. ³ , Alova A. ^{1,2} , Yudina A. ¹ , Garanina A. ³ , Erofeev A. ^{1,2,3} , Gorelkin P. ^{2,4,8} , Klyachko N. ¹ , Kireev I. ¹ , Majouga A. ^{1,3,7} , Edwards C. ^{5,8} , Korchev Y. ^{3,5,6} , Novak P. ^{3,5,8}	108
НОВЫЕ ПОХОДЫ В ТЕРАПИИ ПАЦИЕНТОВ С ХРОНИЧЕСКИМИ НАРУШЕНИЯМИ СОЗНАНИЯ МЕТОДОМ ТРАНСКРАНИАЛЬНОЙ МАГНИТНОЙ СТИМУЛЯЦИИ Усольцева Н.И., Горбешко Г.А., Бородин М.М.	109
NEW APPROACHES IN THE TREATMENT OF PATIENTS WITH CHRONIC IMPAIRED CONSCIOUSNESS BY TRANSCRANIAL MAGNETIC STIMULATION Usoltseva N., Gorbeshko G., Borodin M.	110
NEW MATERIALS FOR BATTERIES AND LED DIODES Mile Ivanda ¹ , Mirsad Pipic ¹ , Kukushkin S. ²	110

ФОРИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ ТИТАНОВЫХ ПРОТЕЗОВ ХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКОЙ Гостева Е.А. ¹ , Янкин В.А. ¹ , Старков В.А. ²	112
FORMATION OF TITANIUM PROSTHESIS SURFACE BY CHEMICAL TREATMENT Gosteva E. ¹ , Yankin V. ¹ , Starkov V. ²	113
НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКИЕ СЛОИ ГРАФЕНА НА ПОВЕРХНОСТИ ДЕНТОПРОТЕЗОВ Гостева Е.А. ¹ , Седловец Д.М. ² , Старков В.В. ²	114
NANOCRYSTALLINE GRAPHENE LAYERS ON THE DENTAL PROSTHESIS SURFACE Gosteva E. ¹ , Sedlovets D. ² , Starkov V. ²	115
ПОЛУЧЕНИЕ КРЕМНИЕВЫХ МЕМБРАН ОПТИМАЛЬНОЙ ПОРИСТОСТИ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В МЕТОДИКЕ НАПРАВЛЕННОГО КОСТНОГО РОСТА Маткова М.И. ¹ , Мигачев А.С. ² , Шпицер И.М. ² , Гостева Е.А. ¹ , Шайхалиев А.И. ²	116
PRODUCTION OF SILICON MEMBRANES OF OPTIMAL POROSITY FOR USE IN GUIDED BONE GROWTH METHOD Matkova M. ¹ , Migachev A. ² , Schpitzer I. ² , Gosteva E. ¹ , Shaihaliev A. ² ...117	117
КУЛЬТИВИРОВАНИЕ МЕЗЕНХИМАЛЬНЫХ СТЕВЛОВЫХ КЛЕТОК НА НАНОСТРУКТУРИРОВАННОЙ ПОВЕРХНОСТИ ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ Валихов М.П. ¹ , Вишневыи Д.А. ^{1,2} , Чехонин В.П. ^{1,2} , Грызунов С.А. ³ , Дымников А.Б. ⁴ , Голованова А.А. ⁴ , Туманян Г.А. ⁴	118
CULTIVATION OF MESENCHYMAL STEM CELLS ON NANOSTRUCTURED SURFACE OF TITANIUM ALLOYS Valikhov M. ¹ , Vishnevsky D. ^{1,2} , Chekhonin V. ^{1,2} , Gryzunov S. ³ , Dymnikov A. ⁴ , Golovanova A. ⁴ , Tumanyan G. ⁴	119
ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ ПОЛУПРОНИЦАЕМЫХ КРЕМНИЕВЫХ МЕМБРАН ДЛЯ ПРОЦЕССОВ ГЕМОДИАЛИЗА Силина М.Д., Рубцова К.И., Гостева Е.А.....	120
ASSESSMENT OF STABILITY OF SEMIPERMEABLE SILICON MEMBRANES FOR HEMODIALYSIS PROCESSES Silina M., Rubtsova K., Gosteva E.	121
ВЫСОКООРИЕНТИРОВАННЫЙ ЭЛЕКТРОСПИННИНГ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИЛАКТИДА И ПОЛИКАПРОЛАКТОНА Кашин А.В. ^{1,2}	122
HIGHLY ORIENTED ELECTROSPINING OF POLYLACTIDE AND POLICAPROLACTON MATERIALS Kashin A. ^{1,2}	123
ИСТОЧНИК ХОЛОДНОЙ ПЛАЗМЫ ДЛЯ БИОМЕДИЦИНСКИХ ПРИМЕНЕНИЙ Шершунова Е.А.....	124
COLD PLASMA SOURCE FOR BIOMEDICAL APPLICATIONS Shershunova E.....	125
МНОГОКАНАЛЬНЫЙ ВЫСОКОВОЛЬТНЫЙ ИМПУЛЬСНЫЙ ГЕНЕРАТОР ДЛЯ ОРИЕНТИРОВАННОЙ УКЛАДКИ ВОЛОКОН Волков Д.А. ^{1,2} , Кашин А.В. ^{2,3}	126
MULTI-CHANNEL HIGH VOLTAGE PULSE GENERATOR FOR ORIENTED FIBER LAYING Volkov D. ^{1,2} , Kashin A. ^{2,3}	127
РОЛЬ ЛЕСНЫХ БИОТЕХНОЛОГИЙ В РЕШЕНИИ СОВРЕМЕННЫХ ПРОБЛЕМ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА Семёнов М.А.....	128
THE ROLE OF FOREST BIOTECHNOLOGIES IN SOLVING MODERN PROBLEMS OF FORESTRY Semenov M.....	129
ПОПУЛЯЦИОННОЕ И ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННОЕ КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИИ СЕРДЦА Ушенин К.С.....	130
POPULATION AND PERSONALIZED SIMULATION FOR STUDIES OF CARDIAC ELECTROPHYSIOLOGY Ushenin K.....	130

КЛИНИКО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКАЯ И ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МИЕЛОДИСПЛАСТИЧЕСКОГО СИНДРОМА Шатохин Ю.В., Липилкин П.В.	131
CLINICAL, EPIDEMIOLOGICAL AND GENETIC CHARACTERISTICS OF MYELOYDYSPLASTIC SYNDROME Shatokhin Yu., Lipilkin P.	133
БИОТРАНСФОРМАЦИЯ ПИЩЕВЫХ ВЕЩЕСТВ КОМПЛЕКСНЫМИ ФЕРМЕНТАТИВНЫМИ ПРЕПАРАТАМИ Ковалева Е.Г. ¹ , Коновалова А.А. ¹ , Рошпико Т.А. ¹ , Баракова Н.В. ²	135
BIO-TRANSFORMATION OF FOOD MATERIALS WITH COMPLEX ENZYMATIC PREPARATIONS Kovaleva E. ¹ , Konovalova A. ¹ , Roschipko T. ¹ , Barakova N. ²	136
РАЗВИТИЕ «УРОДИНАМИКИ И НЕЙРОУРОЛОГИИ» В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ: ОТ ОФИСНОЙ УРОЛОГИИ К МУЛЬТИДИСЦИПЛИНАРНОМУ ЦЕНТРУ Ромих В. В.	137
THE DEVELOPMENT OF «URODYNAMICS AND NEUROUROLOGY» IN THE RUSSIAN FEDERATION: FROM OFFICE UROLOGY TO THE MULTIDISCIPLINARY CENTRE Romikh V.	138
АНТИДИАБЕТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ИЗОФЛАВОНОВ ЭКСТРАКТА КОРНЕЙ КУДЗУ В ЛЕЧЕНИИ КРЫС, БОЛЬНЫХ ДИАБЕТОМ Дуру К.С. ¹ , Ковалева Е.Г. ¹ , Данилова И.Г. ^{1,2}	140
ANTI-DIABETIC POTENTIAL OF ISOFLAVONE RICH KUDZU ROOT EXTRACT IN TREATMENT OF DIABETIC RATS Duru K. ¹ , Kovaleva E. ¹ , Danilova I. ^{1,2}	140
СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И БУДУЩИЕ ТЕНДЕНЦИИ В ИССЛЕДОВАНИИ МЯСА И ЯИЦ ДОМАШНЕЙ ПТИЦЫ Хельга Медич, Эстелла Прукнер Радович.....	141
CURRENT STATUS AND FUTURE TRENDS IN THE RESEARCH OF POULTRY MEAT AND EGGS Helga Medić, Estella Prukner Radovčić.....	142
ЧАСТОТА ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПОВРЕЖДЕНИЙ ГРУДНЫХ КОСТЕЙ У КУР - НЕСУШЕК ПРИ АЛЬТЕРНАТИВНОМ РАЗВЕДЕНИИ И В КЛЕТКАХ С ОБОГАЩЕНИЕМ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ Янечич З., Кралик З., Бедкович Д.	142
THE PREVELENCE OF KEEL BONE DAMAGE IN LAYING HENS IN ALTERNATIVE AND ENRICHED CAGES REARING Janječić Z., Kralik Z., Bedeković D.....	144
МИКОТОКСИНЫ В ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ - КАК ПРЕДОТВРАТИТЬ И ЧТО ДЕЛАТЬ, ЕСЛИ ДЕЛА ПОШЛИ ПЛОХО Šarkanj Bojan ¹ , ShamtsyanMark ²	145
MYCOTOXINS IN FOOD – HOW TO PREVENT AND WHAT TO DO WHEN THINGS GO BAD Šarkanj Bojan ¹ , ShamtsyanMark ²	146
КОМПЬЮТЕРНАЯ МОДЕЛЬ СЕРДЦА Ирена Галич, Хрвое Левентич, Мария Хабиан, Кресимир Ромич	146
IMAGINE HEART Irena Galić, Hrvoje Leventić, Marija Habijan, Krešimir Romić	147
СЕКЦИЯ 2 : АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ. ЭНЕРГЕТИКА. /	
SECTION 2 : ALTERNATIVE ENERGY SOURCES. ENERGY.....	149
INTEGRATION OF RENEWABLES INTO SHORT-SEA AND INLAND SHIPPING SECTORS: TECHNO-ECONOMIC AND ENVIRONMENTAL ASPECTS Vladimir N., Perčić, M., Ančić I.....	
КОРРОЗИЯ ОБОРУДОВАНИЯ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПАРОВОЙ КОТЕЛЬНОЙ г. ОМСКА Голованова О. А., Семенов А. Д.	150
CORROSION OF EQUIPMENT DURING OPERATION OF A STEAM BOILER HOUSE, OMSK Golovanova O., Semenov A.	151
ТЕПЛОВАЯ СХЕМА ИСТОЧНИКА ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ НПЗ НА БАЗЕ ПАРОВЫХ РОТОРНЫХ ОБЪЕМНЫХ МАШИН (ПРОМ) Мракин А.Н., Вдовенко И.А.	152

THERMAL DIAGRAM OF A POWER SUPPLY SOURCE FOR OIL REFINERIES BASED ON STEAM ROTARY VOLUMETRIC MACHINES (SRVM) Mrakin A., Vdovenko I.....	153
РАЗВИТИЕ РАСПРЕДЕЛЁННОЙ ЭНЕРГЕТИКИ. ПЕРСПЕКТИВЫ И НАПРАВЛЕНИЯ Зайченко В.М.	154
DEVELOPMENT OF DISTRIBUTED ENERGY. PROSPECTS AND DIRECTIONS. Zaichenko V..	155
ИССЛЕДОВАНИЯ ОАО «ВТИ» В ОБОСНОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОМАССЫ ДЛЯ ПИРОЛИЗА С ПОЛУЧЕНИЕМ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ, ТЕПЛА И ПОЛЕЗНЫХ ПРОДУКТОВ Рябов Г.А., Литун Д.С., Фоломеев О.М., Смирнова О.А., Шорина Е.А.	156
RESEARCH OF JSC "VTI" TO JUSTIFY THE USE OF BIOMASS FOR PYROLYSIS TO PRODUCE ELECTRICITY, HEAT AND USEFUL PRODUCTS Ryabov G., Litun D., Folomeev O., Smirnova O., Shorina E.	157
ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕПЛООБМЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОРИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ Степанов О.А., Рыдалина Н.В.	158
ON ENHANCING ENERGY EFFICIENCY OF HEAT EXCHANGE EQUIPMENT WITH POROUS MATERIALS Stepanov O., Rydalina N.....	159
ГИДРОДИНАМИКА И ЭНЕРГЕТИКА ИМПАКТА КАПЛИ Чашечкин Ю.Д.	160
HYDRODYNAMICS AND ENERGETICS OF DROP IMPACT Chashechkin Yu.	161
ЛАБОРАТОРНАЯ ОЦЕНКА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДВУХОТВАЛЬНЫХ РАБОЧИХ ОРГАНОВ КЛИН-ПЛАНИРОВОЩИКА Насонов С.Ю.	162
LABORATORY ASSESSMENT OF ENERGY AND TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF TWO-SHAFT WORKING BODIES WEDGE-SCHEDULER Nasonov S.	163
ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ МОЩНОСТИ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ МОДИФИКАЦИЕЙ ИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ НАНОКЛАСТЕРАМИ СЕРЕБРА Крит Б.Л., Федотикова М.В., Слепцов В.В., Кукушкин Д.Ю., Кувшинов В.В., Морозова Н.В.	164
INVESTIGATION OF THE POSSIBILITY OF INCREASING THE POWER OF PHOTOELECTRIC CONVERTERS BY MODIFYING THEIR SURFACES WITH SILVER NANOCLUSTERS Krit B., Fedotikova M., Sleptsov V., Kukushkin D., Kuvshinov V., Morozova N.	164
СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОСВЕТИТЕЛЬНОМ КОМПЛЕКСЕ Сапрыка А.В., Рошубкин П.В., Сингатулин Р.С., Сапрыка В.А.	165
MODERN TECHNOLOGIES IN THE LIGHTING COMPLEX Saprika A., Roschshubkin P., Singatulin R., Saprika V.	166
УТИЛИЗАЦИОННЫЕ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ Мильман О.О., Шифрин Б.А.	167
HEAT RECOVERY POWER COMPLEXES Milman O., Shifrin B.	168
ИССЛЕДОВАНИЕ ДИТИОФOSФАТА ЦИНКА В КАЧЕСТВЕ УСКОРИТЕЛЯ ВУЛКАНИЗАЦИИ РЕЗИН НА ОСНОВЕ БУТАДИЕН-НИТРИЛЬНЫХ КАУЧУКОВ Шакирзянова Р.Р., Юловская В.Д., Канаузова А.А.	169
INVESTIGATION OF ZINC DITHIOPHOSPHATE AS AN ACCELERATOR FOR VULCANIZATION OF RUBBERS BASED ON BUTADIENE-NITRILE RUBBERS Shakirzyanova R., Yulovskaya V., Kanauzova A.	170
ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ЛАЗЕРА НА ПОЛИРОВАННУЮ ПОВЕРХНОСТЬ БЕСКИСЛОРОДНОЙ МЕДИ Малинский Т.В., Миколуцкий С.И., Рогалин В.Е., Хомич Ю.В., Ямщиков В.А.	171
HIGH ENERGY UV LASER IMPACT ON THE POLISHED SURFACE OF THE OXYGEN-FREE COPPER Khomich Yu., Malinskiy T., Mikolutskiy S., Rogalin V., Yamshchikov V.	172

НАКОПЛЕНИЕ ЭНЕРГИИ С ПОМОЩЬЮ ИЗГИБНЫХ КОЛЕБАНИЙ МАГНИТОЭЛЕКТРОУПРУГИХ ПЛАСТИН Соловьев А.Н. ^{1,2} , Кириллова Е.В. ³ , Матросов А.А. ¹ , Чебаненко В.А. ³ , До Тхань Бинь ¹	174
ENERGY HARVESTING USING BENDING OSCILLATIONS OF MAGNETOELECTROELASTIC PLATES Soloviev A. ^{1,2} , Kirillova E. ³ , Matrosov A. ¹ , Chebanenko V. ³ , Do Thanh Binh ¹	175
ТЕПЛОВЫЕ СПЕКТРАЛЬНЫЕ ФИЛЬТРЫ ДЛЯ ЭФФЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ Вольпян О.Д., Литвинов В.В., Кондратьев С.А.	176
THERMAL SPECTRAL FILTERS FOR THE EFFICIENT ENERGY SAVING TECHNOLOGIES Volpyan O., Litvinov V., Kondratyev S.....	178
МНОГОКОНФИГУРАЦИОННАЯ КВАНТОВАЯ ХИМИЯ В ОРГАНИЧЕСКОЙ ЭЛЕКТРОНИКЕ Фрейдзон А. Я.....	179
MULTIREFERENCE QUANTUM CHEMISTRY IN ORGANIC ELECTRONICS Freidzon A.	180
ПОВЫШЕНИЕ КПД СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ОСНОВЕ КРЕМНИЯ Сагитова Л.Р., Гостева Е.А., Подгорный Д.А.....	181
INCREASING EFFICIENCY OF SOLAR ELEMENTS BASED ON SILICON Sagitova L., Gosteva E., Podgornyy D.....	182
СОЗДАНИЕ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРООБЕСПЕЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ИСКРОВОГО РАЗРЯДА Панкин А.С., Чернова К.	183
CREATION OF SYSTEM ELECTRICAL SUPPLY BASED ON THE USE OF ELECTRIC SPARK DISCHARGE ENERGY Pankin A., Chernova K.	184
МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН В ПРОГРАММЕ NEPLAN Гусев Ю.П., Каюмов А.Г.	185
MODELING OF THE POWER SYSTEM OF THE REPUBLIC OF TAJIKISTAN BY PROGRAM NEPLAN Gusev Y.P., Kayumov A.G.	186
ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ СУСПЕНЗИИ ПЭДОТ-ПСС Истакова О.И., Конев Д.В.....	187
ELECTROCHEMICAL SYNTHESIS OF PEDOT-PSS SUSPENSION Istakova O., Konev D.	188
СОЛНЕЧНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ С ПОРИСТЫМ КРЕМНИЕМ И ГРАФЕНОМ Захви А., Гостева Е.А.199 SOLAR CELLS WITH POROUS SILICON AND GRAPHENE Zahvy A., Gosteva E.....	190
СИСТЕМА ОСВЕЩЕНИЯ НА ОСНОВЕ ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МОДУЛЕЙ И ЭЛЕКТРОСЕТИ Подколзин А.А. ¹ , Тихонов П.В. ² , Гостева Е.А. ¹	191
LIGHTING SYSTEM BASED ON PARALLEL OPERATION OF PHOTOVOLTAIC MODULES AND ELECTRICITY GRID Podkolzin A. ¹ , Tikhonov P. ² , Gosteva E. ¹	192
ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МНОГОФАЗНЫХ ПОВЫШАЮЩИХ ИМПУЛЬСНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ В СОСТАВЕ СИЛОВЫХ УСТАНОВОК ДЛЯ ЗЕЛЕННОЙ АВИАЦИИ Варюхин А.Н. ² , Малашин М.В. ¹ , Мошкунев С.И. ¹ , Хомич В.Ю. ¹ , Шершунова Е.А. ¹	192
ON THE USE OF MULTIPHASE BOOST CONVERTERS AS A PART OF POWER SYSTEM IN GREEN AVIATION Varyukhin A. ² , Malashin M. ¹ , Moshkunov S. ¹ , Khomich V. ¹ , Shershunova E. ¹ 194	194
СИСТЕМЫ УСКОРЕНИЯ ЭЛЕКТРОГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ПОТОКОВ НА ОСНОВЕ РАЗГОННОГО ОБЪЕМНОГО КАСКАДИРОВАНИЯ Ребров И.Е.	195
SYSTEMS OF ELECTROHYDRODYNAMIC FLOWS FORMATION BASED ON CASCADE VOLUME ACCELERATION Rebrov I.....	196
ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАРЯДА ПО ПОВЕРХНОСТИ КАК КЛЮЧЕВОЙ ПРОЦЕСС ФОРМИРОВАНИЯ ОБЪЕМНОЙ ФОРМЫ ГОРЕНИЯ БАРЬЕРНОГО РАЗРЯДА Малашин М.В.197	197

SURFACE CHARGE DISTRIBUTION AS KEY PROCESS FOR VOLUME MODE OF NANOSECOND DIELECTRIC BARRIER DISCHARGE FORMATION Malashin M.	198
КОМБИНИРОВАННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПАРЦИАЛЬНОГО ОКИСЛЕНИЯ ПРИРОДНОГО ГАЗА Маланичев В.Е., Малашин М.В.	199
COMBINED TECHNOLOGY OF NATURAL GAS PARTIAL OXIDATION Malanichev V., Malashin M.	200
РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПОЗИТНЫХ ЭЛЕКТРОДОВ НА ОСНОВЕ ОКСИДОВ ПЕРЕХОДНЫХ МЕТАЛЛОВ ДЛЯ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ: ПСЕВДОКОНДЕНСАТОРА И МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО ТОПЛИВНОГО ЭЛЕМЕНТА Иванова А.Г. ¹ , Масалович М.С. ¹ , Загребельный О.А. ¹ , Губанова Н.Н. ^{1,2} , Панова Г.Г. ³ , Галушко А.С. ³ , Шилова О.А. ^{1,4,5} , Кручинина И.Ю. ^{1,5}	201
DEVELOPMENT AND INVESTIGATION OF COMPOSITE ELECTRODES BASED ON TRANSITION METAL OXIDES FOR ELECTROCHEMICAL DEVICES: PSEUDOCAPACITORS AND MICROBIOLOGICAL FUEL CELLS Ivanova A. ¹ , Masalovich M. ¹ , Zagrebely O. ¹ , Gubanova N. ^{1,2} , Panova G. ³ , Galushko A. ³ , Shilova O. ^{1,4,5} , Kruchinina I. ^{1,5}	202
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ОБЪЕКТОВ ГЕНЕРАЦИИ ЗА СЧЕТ ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ МУЛЬТИГЕНЕРАЦИИ Клименко А.В., Арабабов В.С., Борисова П.Н.	203
IMPROVING THE EFFICIENCY OF POWER GENERATION FACILITIES THROUGH THE ADOPTION OF MULTIGENERATION TECHNOLOGY Klimenko A., Agababov V., Borisova P.	204
МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ПОЛИИМИДОВ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В ЭНЕРГЕТИКЕ Егоров А.С., Иванов В.С., Богдановская М.В., Александрова Д.С., Иванов Е.В.	205
POLYIMIDE – BASED MATERIALS FOR USE IN ENERGY INDUSTRY Yegorov A., Ivanov V., Bogdanovskaya M., Aleksandrova D., Ivanov E.	206
FER-ITMO-LETI COLLABORATION ON ARTIFICIAL ELECTROMAGNETIC STRUCTURES ¹ Silvio Hrabar, ² Belov P., ³ Kholodnyak D.	207
СЕКЦИЯ 3 : ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ. / SECTION 3 : INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES	209
ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ФОРМИРОВАНИИ ПОЛОЖИТЕЛЬНОГО ОБРАЗА РОССИЙСКОЙ АГРАРНОЙ НАУКИ И ПРАКТИКИ Душкина М.Р.	209
INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES IN THE FORMATION OF A POSITIVE IMAGE OF RUSSIAN AGRICULTURAL SCIENCE AND PRACTICE Dushkina M.	210
ОБУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТЯМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ПРИЛОЖЕНИЙ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ Корзун Д.Ж.	212
EDUCATING THE OPPORTUNITIES OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR INTERNET OF THINGS APPLICATIONS Korzun D.	213
МОДЕЛИ И ПОДХОДЫ К РАСЧЁТУ МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ИЗДЕЛИЙ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ Привалов А.Н., Богатырева Ю.И.	214
MODELS AND APPROACHES TO THE CALCULATION OF MECHANICAL CHARACTERISTICS OF ADDITIVE TECHNOLOGY PRODUCTS USING PARALLEL COMPUTATIONS Privalov A., Bogatyreva Yu.	215
WEB-КВЕСТ - ИННОВАЦИЯ В ПЕДАГОГИЧЕСКОМ ОБРАЗОВАНИИ Чалдышкина Н.Н.	216

WEB QUEST - THE INNOVATION IN PEDAGOGICAL EDUCATION Chaldyshkina N.	217
SAN (SMART AGRICULTURE NETWORK) AS DEVELOPMENT OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE TOOLS FOR ASSISTANCE IN AGRICULTURAL PRODUCTION - EXAMPLE OF OLIVE OIL PRODUCTION Šikić Z, Kos T.	218
МОДЕЛИ ТЕКСТОВ И ТЕКСТОВЫХ КОЛЛЕКЦИЙ ДЛЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО ПОИСКА И АНАЛИЗА ИНФОРМАЦИИ Крейнес М.Г.....	219
THE TEXTS AND TEXTS' COLLECTIONS MODELS FOR INFORMATION RETRIEVAL AND ANALYSIS Kreines M.....	220
REAL TIME DETECTION OF HUMANS AND SMALL OBJECTS FROM UAV IMAGES USING CNN Gotovac S., Papić V.	221
ИССЛЕДОВАНИЕ РАДИАЦИОННО-ИНДУЦИРОВАННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ В СПЕКТРАХ ДИФFUЗНОГО И ЗЕРКАЛЬНОГО ОТРАЖЕНИЯ И ПОВЕРХНОСТНОЙ КРИСТАЛЛИЧНОСТИ ПОЛИТЕТРАФТОРЭТИЛЕНА Полунин К.С. ¹ , Арсентьев М.А. ² , Рындя С.М. ³ , Смолянский А.С. ¹	221
THE STUDY OF RADIATION-INDUCED CHANGES IN THE SPECTRA OF THE DIFFUSE AND SPECULAR REFLECTION AND A SURFACE CRYSTALLINITY OF POLYTETRAFLUOROETHYLENE Polunin K. ¹ , Arsentyev M. ² , Ryndya S. ³ , Smolyanskiy A. ¹	223
МАГНИТНАЯ СТРУКТУРА МУЛЬТИФЕРРОИКОВ $Bi_{1-x}La_xFeO_3$ ПО ДАННЫМ ЯДЕРНО-РЕЗОНАНСНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ Ткачѐв А.В. ¹ , Гиппиус А.А. ^{1,2} , Покатилов В.С. ³ , Макарова А.О. ³ , Журенко С.В. ^{1,2} , Гервиц Н.Е. ¹	224
MAGNETIC STRUCTURE OF $Bi_{1-x}La_xFeO_3$ MULTIFERROICS BY NUCLEAR RESONANCE SPECTROSCOPY Tkachev A. ¹ , Gippius A. ^{1,2} , Pokatilov V. ³ , Makarova A. ³ , Zhurenko S. ^{1,2} , Gervits N. ¹	225
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СФЕРЕ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ Кузьмин А.Г., Умаров М.Ф.....	226
HEALTH INFORMATION TECHNOLOGY Kuzmin A., Umarov M.	227
ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ИНТЕГРАЦИЯ СИСТЕМ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В СТРУКТУРУ ИНФОРМАЦИОННО-ПРОГРАММНЫХ КОМПЛЕКСОВ ЦИФРОВЫХ ПРОИЗВОДСТВ Баранов В.В., Баранова И.В., Батова М.М.	227
DESIGN AND INTEGRATION OF DECISION MAKING SUPPORT SYSTEMS IN THE STRUCTURE OF INFORMATION-SOFTWARE COMPLEXES OF DIGITAL PRODUCTION Baranov V., Baranova I., Batova M.	229
СИНТЕЗ И МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА НАНОЧАСТИЦ МАРГАНЦЕВОГО ФЕРРИТА, ЛЕГИРОВАННЫХ ЦИНКОМ Гервиц Н.Е. ^{1,2} , Старчиков С.С. ¹ , Баскаков А.О. ¹ , Фунтов К.О. ¹ , Любутин И.С. ¹ , Chung-Rong Lin ³	230
SYNTHESIS AND MAGNETIC PROPERTIES OF ZN-DOPED MANGANESE FERRITE NANOPARTICLES Gervits N. ^{1,2} , Starchikov S. ¹ , Baskakov A. ¹ , Funtov K. ¹ , Lyubutin I. ¹ , Chung-Rong Lin ³	231
КЛАССИФИКАЦИЯ С ПОМОЩЬЮ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ И ОПОРНЫХ ВЕКТОРНЫХ МАШИН: ПРИМЕНЕНИЕ К СПЕКТРАМ ФЛУОРЕСЦЕНЦИИ НЕФТИ Зеар Аунг, Михайлов И.С.	232
CLASSIFICATION BY ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS AND REFERENCE VECTOR MACHINES: APPLICATION TO OIL FLUORESCENCE SPECTRA Zayar Aung, Mikhailov I.....	232
ДИСТАНЦИОННЫЙ МОНИТОРИНГ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОПЕРАТОРА ПРИ ПОМОЩИ АНАЛИЗА АКУСТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЕГО РЕЧИ Лебедева С.А....	233

REMOTE MONITORING OF PSYCHOPHYSIOLOGICAL STATE OF THE OPERATOR BY USING ANALYSIS OF ACOUSTIC SPEECH CHARACTERISTICS Lebedeva S.	234
АЛГОРИТМЫ ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИИ ОЧЕРЕДЕЙ В СЕТЕВЫХ КОММУТАТОРАХ С ОГРАНИЧЕНИЕМ ДЛИТЕЛЬНОСТИ ЦИКЛА ОБСЛУЖИВАНИЯ Коннов Н.Н., Патунин Д.В., Семенов А.О.	235
ALGORITHMS FOR SCHEDULING QUEUES LIMITED DURATION OF THE MAINTENANCE CYCLE OF NETWORK SWITCHES Konnov N., Patunin D., Semenov A.	236
ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЕМ ТЕРРИТОРИЙ Яготинцева Н.В., Колбина О.Н., Истомин Е.П.	237
GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS MANAGEMENT DEVELOPMENT Yagotintseva N., Kolbina O., Istomin E.	238
ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СРЕДЕ ОБРАЗОВАНИЯ Андросова Е.	239
INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES IN EDUCATION Androsova E.	240
АЛГОРИТМЫ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В АВТОМАТИЧЕСКОМ ОБНАРУЖЕНИИ АНОМАЛИЙ Громов С.В.	241
MACHINE LEARNING ALGORITHMS IN AUTOMATED ANOMALY DETECTION Gromov S.	242
ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИННОВАЦИЙ МФТИ Обухова И.Г.	243
MAIN DIRECTIONS OF RESEARCH AND INNOVATION IN MIPT Obukhova I.	244
ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ОРГАНИЧЕСКОЙ НАНОФОТОНИКЕ Багатурьянц А.А.	246
THEORETICAL MODELING IN ORGANIC NANOPHOTONICS Bagaturyants A.	246

**СЕКЦИЯ 1 : БИМЕДИЦИНА. БИОТЕХНОЛОГИИ. /
SECTION 1 : BIOMEDICINE. BIOTECHNOLOGIES.**

ФОТОХРОМНЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ БИМЕДИЦИНСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ

Барачевский В.А.

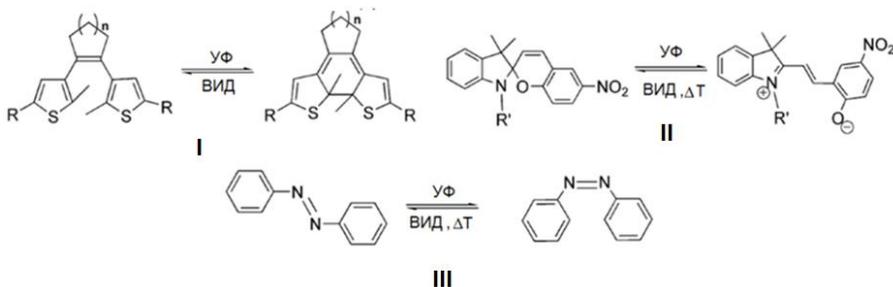
**Центр фотохимии ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН,
Москва, Россия**

**Межведомственный центр аналитических исследований в области
физики, химии и биологии при Президиуме РАН, Москва, Россия**

E-mail: barva@photonics.ru

Явление фотохромизма, заключающееся в фотоиндуцированном обратимом превращением между двумя формами органических или неорганических веществ с изменением окраски и физико-химических свойств, оказалось весьма привлекательным для разработки практических приложений в области создания материалов различного назначения с фотоадаптивными свойствами. Именно по этой причине в настоящее время фотохромизм является одним из основных направлений развития фотохимии органических соединений.

В докладе представлен анализ результатов исследований в области разработки и применения в биомедицинских технологиях фотохромных соединений из классов диарилэтенов (I), спиропиранов (II) и азосоединений (III)



Анализ результатов показывает, что они имеют инновационный характер и направлены на практическую реализацию разрабатываемых идей. В большинстве исследований используются широко известные фотохромные вещества из указанных выше классов, но функционализированные соединения, обеспечивающие взаимодействие с биообъектами. Наибольшие успехи достигнуты в разработке и применении фотохромных средств визуализации биообъектов и биопроцессов. Определенные перспективы связываются с применением фотохромных соединений в биосенсорике, фотоуправляемых биомембранных и в реализации процессов целевой доставки лекарств в живых организмах. Наиболее интересными для будущего применения в биомедицинских исследованиях представляются результаты разработки

фотохромных нуклеотидов и пептидов, проявляющих фотоуправляемую биологическую и каталитическую активность в биологических объектах.

Основной задачей совершенствования фотохромных биосистем является синтез функционализированных, биосовместимых и водорастворимых фотохромных веществ, обеспечивающих фотоактивацию в биологическом спектральном диапазоне (650-900нм).

Работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования в рамках выполнения работ по Государственному заданию ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН.

PHOTOCHROMIC SYSTEMS FOR BIOMEDICAL TECHNOLOGIES

Barachevsky V.

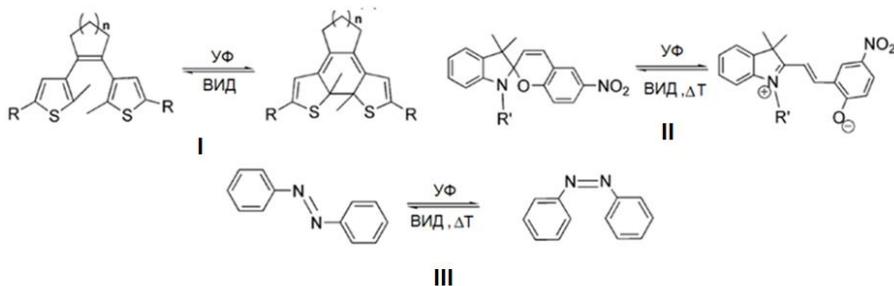
**Photochemistry center RAS, FSRC "Crystallography and Photonics" RAS,
Moscow, Russia**

**Interdepartmental Center for Analytical Researches in the field of physics,
chemistry and biology at the Presidium of RAS, Moscow, Russia**

E-mail: barva@photonics.ru

The phenomenon of photochromism, namely, photoinduced reversible transformation between two forms of organic or inorganic substances with a color change and physico-chemical properties, have proved very attractive for the development of practical applications in the field of creation of materials with photoadaptive properties for various purposes. For this reason, currently photochromism is one of the main directions of development of photochemistry of organic compounds.

The report presents the analysis of the research results in the field of development and application in biomedical technology of photochromic compounds from the classes of diarylethenes (I), spiropyranes (II) and azo derivatives (III)



Analysis of the results shows that they are innovative and aimed at practical implementation of the developed ideas. Most of the studies used a widely known photochromic substances of the above mentioned classes, but the functionalized compounds providing interaction with biological objects. The greatest success was achieved in the development and application of photochromic compounds for visualization of biological objects and biological processes. Some prospects are associated with the use of photochromic

compounds as biosensors, in photocontrolled biomembranes and for targeted drug delivery in living organisms. The results of the development of photochromic nucleotides and peptides exhibiting photocontrolled biological and catalytic activity in biological objects are most interesting for future application in the biomedical researches.

The main task of improving the photochromic synthetic biological systems is surveying functionalized, biocompatible and water-soluble photochromic substances, providing photoactivation in the biological spectral range (650-900 nm).

This work was supported by the Ministry of Science and Higher Education within the State assignment FSRC «Crystallography and Photonics» RAS.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ ФОСФАТОВ КАЛЬЦИЯ, В ПОЛИМЕРНОЙ МАТРИЦЕ ХИТИНА

Голованова О.А., Фадеева Т.В.

Омский государственный университет им. Ф. М. Достоевского, Россия

E-mail: golovanoa2000@mail.ru

Особое значение имеет создание новых биodeградируемых материалов медицинского назначения, предназначенных для контакта со средой живого организма и необходимых для разработки инновационных лекарственных форм, восстановления поврежденных тканей, повышения биосовместимости используемых материалов. Такие материалы должны быть нетоксичны, а их структура характеризоваться высокой пористостью с размером пор до десятков микрометров, и способностью иметь каналы для миграции необходимых вещества к матрице полимера.

Хитин, извлеченный в основном из моллюсков, представляет собой уникальный биополимер на основе мономера N-ацетилглюкозамина. Это второй (после целлюлозы) по распространенности в природе полисахарид, строение которого создает предпосылки для успешного применения его в самых разнообразных областях. Хитин является основой скелетной системы в панцирях ракообразных, кутикуле насекомых, клеточной стенке грибов и бактерий.

Благодаря биосовместимости с тканями человека, а также способности усиливать регенеративные процессы при заживлении ран, бактериостатическим/бактерицидным свойствам хитин представляют большой интерес для использования их в качестве матриц при создании биокomпозитов на основе неорганических веществ.

Таким образом, целью данной работы является синтез, исследование и сравнение физико-химических свойств композитов на основе гидроксиапатита и брушита (ГА, ДКФД) с добавками хитина.

Методом РФА установлено, что полученные композиты ДКФД-хитина представлены фазой ДКФД. По данным РФА в изучаемых условиях происходит осаждение кристаллов ДКФД, принадлежащих моноклинной сингонии. Исследование композита ГА-хитин методом РФА показало, что состав синтезированных образцов, полученных после высушивания, представлен ГА.

Для всех синтезированных композитов методом ИК-Фурье спектроскопии отмечены все характерные полосы поглощения. К таким относятся полосы поглощения, вызванные валентными антисимметричными колебаниями (1024 и 1154 см⁻¹) связей O-P-O. Пики 530, 574 соответствуют колебаниям в тетраэдрах PO₄³⁻. Широкая полоса в области

3489 - 3583 см⁻¹ и пик при 3142 см⁻¹ могут быть отнесены к модам валентных колебаний Н-О-Н и ОН⁻, соответственно.

Исследование образцов методом оптической микроскопии показало, что композиты ДКФД-хитин представлены мелкими кристаллитами неопределённой формы. С увеличением содержания хитина в составе композитов на основе ДКФД, размеры кристаллитов увеличиваются. Для композитов ГА-хитин отмечена аналогичная закономерность.

С целью изучения термических свойств был проведен термогравиметрический анализ композитов. Для всех синтезированных композитов, наблюдается убыль массы осадков. В случае ДКФД-хитин наибольшее уменьшение массы образцов соответствует диапазону температур 473-673 К, что вызвано удалением адсорбционной и кристаллизационной воды, а также деструкцией хитина. Характерное преобразование ДКФД в монетит при высоких температурах подтверждено результатами РФА. Для композита ГА-хитин уменьшение массы композита с увеличением содержания хитина наблюдается на температурном участке 573-1073К. Таким образом, композиты на основе ГА являются более термически устойчивыми, чем композиты на основе ДКФД.

PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF COMPOSITES BASED ON CALCIUM PHOSPHATES, IN THE CHITIN POLYMER MATRIX

Golovanova O., Fadeeva T.
Omsk State University. F. M. Dostoevsky, Russia
E-mail: golovanoa2000@mail.ru

Of particular importance is the creation of new biodegradable medical materials intended for contact with the living organism and necessary for the development of innovative dosage forms, the restoration of damaged tissues, and the enhancement of the biocompatibility of the materials used. Such materials should be non-toxic, and their structure should be characterized by high porosity with a pore size of up to tens of micrometers, and the ability to have channels for migration of the necessary substances to the polymer matrix.

Chitin, extracted mainly from mollusks, is a unique biopolymer based on N-acetylglucosamine monomer. This is the second (after cellulose) polysaccharide in terms of its prevalence in nature, the structure of which creates the prerequisites for its successful application in a wide variety of fields. Chitin is the basis of the skeletal system in the shells of crustaceans, cuticle of insects, the cell wall of fungi and bacteria.

Due to biocompatibility with human tissues, as well as the ability to enhance regenerative processes during wound healing, bacteriostatic / bactericidal properties, chitin is of great interest for use as matrices in the creation of biocomposites based on inorganic substances.

Thus, the aim of this work is to synthesize, study, and compare the physicochemical properties of composites based on hydroxyapatite and brushite (HA, DCPD) with chitin additives.

Using the XRD method, it was found that the obtained DCPD-chitin composites are represented by the DCPD phase. According to the XRD data, under the studied conditions, DKPD crystals belonging to monoclinic syngony are precipitated. The study of the GA-chitin composite by the XRD method showed that the composition of the synthesized samples obtained after drying is represented by GA.

For all synthesized composites by IR Fourier spectroscopy, all characteristic absorption bands were observed. These include absorption bands caused by stretching antisymmetric vibrations (1024 and 1154 cm^{-1}) of $\text{O} - \text{P} - \text{O}$ bonds. Peaks 530 , 574 correspond to vibrations in the PO_4^{3-} tetrahedra. The wide band in the region of $3489\text{--}3583\text{ cm}^{-1}$ and the peak at 3142 cm^{-1} can be assigned to the modes of stretching vibrations $\text{H} - \text{O} - \text{H}$ and OH^- , respectively.

The study of samples by optical microscopy showed that the DCPD-chitin composites are represented by small crystallites of an indefinite shape. With an increase in the chitin content in the composition of composites based on DCPD, the crystallite sizes increase. For GA-chitin composites, a similar pattern is noted.

In order to study the thermal properties, a thermogravimetric analysis of the composites was carried out. For all synthesized composites, a decrease in the mass of precipitation is observed. In cases of DCPD-chitin, the largest decrease in sample weight corresponds to a temperature range of $473\text{--}673\text{ K}$, which is caused by the removal of adsorption and crystallization water, as well as the destruction of chitin. The characteristic conversion of DCPD to monetite at high temperatures is confirmed by XRD. For a GA-chitin composite, a decrease in the mass of the composite with an increase in the chitin content is observed in the temperature range $573\text{--}1073\text{K}$. Thus, composites based on HA are more thermally stable than composites based on DCPD.

БИОМИМЕТИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ КАРБОНАТГИДРОКСИАПАТИТА В ПРИСУТСТВИИ ХОНДРОИТИНСУЛЬФАТА

Голованова О.А

Омский государственный университет им. Ф. М. Достоевского, Россия

E-mail: golovanoa2000@mail.ru

В настоящее время большое внимание уделяется созданию биокомпозитных материалов на основе фосфатов кальция, предназначенных для реконструкции костных дефектов, образующихся в результате патологических изменений (коксоартроз, остеопороз, деформирующий артроз и др.), травм, хирургических вмешательств. Перспективными в этом плане являются композиты на основе карбонатгидроксиапатита (КГА) с выполняющими роль матрицы органическими полимерами, которые сочетают в себе структуру и свойства натуральной кости человека.

В качестве органической компоненты композитов особый интерес представляют полисахариды. Они обладают биосовместимостью, пластичностью и установлением связей с хрящевой тканью. Согласно литературным данным, гетерополисахарид хондроитинсульфат (ХС) является самым распространенным гликозаминогликаном (ГАГ) в организме человека. Он обладает уникальными физико-химическими свойствами, выполняет опорную функцию костной ткани, замедляет её резорбцию, уменьшает потерю кальция, улучшает фосфорно-кальциевый обмен в хрящевой ткани, ускоряет процессы ее восстановления, а также тормозит процессы разрушения хрящевой и соединительной тканей. При этом представляется возможным получение в ходе «мокрого» синтеза композитов, включающих карбонатгидроксиапатит и хондроитинсульфат.

В работе представлены результаты синтеза и физико-химического исследования твердых фаз, формирующихся из прототипа синовиальной жидкости (синовии) человека в присутствии хондроитинсульфата.

Синтез КГА осуществлен из модельной среды, приближенной по ионно-электролитному составу, рН и ионной силе к синовиальной жидкости человека. Фазовый состав полученных порошков исследовали с помощью рентгенофазового анализа (дифрактометр D8 Advance Bruker). ИК–спектры осадков регистрировали на спектрофотометре ФСМ-2202. Пробы готовили прессованием в таблетки с KBr. Морфологию и особенности строения поверхности твердых фаз исследовали методом сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) на электронном микроскопе JSM-6610LV, JEOL. Для моделирования активной и пассивной фаз резорбции проведено растворение образцов при постоянном перемешивании в ацетатном буфере (рН = 5.5) и в растворе 0,9%-ного хлорида натрия (рН ≈ 7).

В работе получен КГА из прототипа синовии в присутствии хондроитинсульфата. Выяснено, что наличие полисахарида в модельном растворе не влияет на размеры формирующихся кристаллитов, но приводит к уменьшению площади удельной поверхности образцов за счет уменьшения их пористости.

Установлено, что адсорбция хондроитинсульфата на КГА подчиняется уравнению Ленгмюра.

Показано, что при термической обработке образцов зафиксированы максимальные термические эффекты в диапазоне температуры $t = 340\text{--}350^\circ\text{C}$.

Данные динамического растворения в ацетатном буфере и растворе 0,9%-ного NaCl показали, что скорость резорбции образцов уменьшается с увеличением содержания хондроитинсульфата в исходном модельном растворе.

BIOMIMETIC SYNTHESIS OF CARBONATE HYDROXYAPATITE IN THE PRESENCE OF CHONDROITIN SULFATE

Golovanova O.
Omsk State University. F. M. Dostoevsky, Russia
E-mail: golovanoa2000@mail.ru

Currently, much attention is paid to the creation of biocomposite materials based on calcium phosphates intended for the reconstruction of bone defects resulting from pathological changes (coxarthrosis, osteoporosis, deforming arthrosis, etc.), injuries, and surgical interventions.

Promising in this regard are composites based on carbonate hydroxyapatite (KHA) with organic polymers acting as a matrix, which combine the structure and properties of natural human bone. As an organic component of composites, polysaccharides are of particular interest. They have biocompatibility, ductility and the establishment of relations with cartilage tissue.

According to published data, the heteropolysaccharide chondroitin sulfate (CS) is the most common glycosaminoglycan (GAG) in the human body. It has unique physicochemical properties, performs the supporting function of bone tissue, slows down its resorption, reduces calcium loss, improves calcium-phosphorus metabolism in cartilage, accelerates its recovery processes, and also inhibits the destruction of cartilage and connective tissue. At the same time, it seems possible to obtain composites, including carbonate hydroxyapatite and chondroitin sulfate, during the "wet" synthesis.

The work presents the results of synthesis and physico-chemical studies of solid phases formed from the prototype of the synovial fluid (synovia) of a person in the presence of chondroitin sulfate.

The synthesis of KHA was carried out from a model medium approximated in ion-electrolyte composition, pH, and ionic strength to human synovial fluid. The phase composition of the obtained powders was investigated using x-ray phase analysis (diffractometer D8 Advance Bruker). IR spectra of precipitation were recorded on an FSM-2202 spectrophotometer. Samples were prepared by compression into tablets with KBr. The morphology and structural features of the surface of solid phases were studied by scanning electron microscopy (SEM) using a JSM-6610LV, JEOL electron microscope. To simulate the active and passive phases of resorption, the samples were dissolved with constant stirring in acetate buffer (pH = 5.5) and in a solution of 0.9% sodium chloride (pH ≈ 7).

KHA was obtained from the prototype synovia in the presence of chondroitin sulfate. It was found that the presence of a polysaccharide in the model solution does not affect the size of the formed crystallites, but leads to a decrease in the specific surface area of the samples due to a decrease in their porosity.

It has been established that the adsorption of chondroitin sulfate on KGA obeys the Langmuir equation.

It was shown that during thermal processing of the samples, maximum thermal effects were recorded in the temperature range $t = 340\text{--}350\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Dynamic dissolution data in acetate buffer and 0.9% NaCl solution showed that the rate of sample resorption decreases with an increase in the content of chondroitin sulfate in the initial model solution.

КОМПОЗИЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ НА ОСНОВЕ СМЕСИ ФОСФАТОВ КАЛЬЦИЯ И АЛЬГИНАТА НАТРИЯ

Голованова О.А., Цыганова А.А.

Омский государственный университет им. Ф. М. Достоевского, Россия

E-mail: golovanoa2000@mail.ru

Широкое применение получили ортофосфаты кальция, однако они не отвечают ряду требованиям, предъявляемым к остеопластическим материалам: хорошая переносимость тканями; пористость, для обеспечения прорастания кости; биodeградация, соотносимая со скоростью остеорегенерации; возможность стерилизации без изменения качеств, доступность и низкая цена.

Особое внимание сегодня привлекают материалы на основе октакальциевого фосфата (ОКФ) – прекурсора биологического апатита, который участвует в ранней стадии минерализации, то есть является центром кристаллизации в кости и зубной эмали с последующим формированием осажденного гидроксиапатита (ГА) и далее переходом в ГА с высокой степенью кристалличности. Однако получить чистый ОКФ трудно, ввиду того, что он является метастабильной фазой, поэтому его часто используют в смеси с другими фосфатами кальция. С другой стороны, высокий потенциал применения в медицине имеют биополимеры. В частности, материалы на основе альгината — полисахарида, который обладает широким спектром полезных для человека свойств и может выполнять функцию эластичного каркаса. Целью данной работы является получения наиболее биорезорбируемого и пористого материала на основе альгината натрия и смеси ортофосфатов кальция.

При синтезе смеси ортофосфатов кальция методами РФА и ИК-Фурье-спектроскопии установлено, что полученный осадок представлен фазами ОКФ, брушита и ГА, основным интенсивным линиям которых соответствуют углы 2θ : ОКФ - 4.8; 11.4,

22.8; ГА – 25.9, 29.6, 31.8; брушита – 20.4, 47.3, 35.2. С размерами кристаллитов ОКФ – 2.96 нм, брушита – 2.45 нм, ГА – 2.15 нм.

По результатам РФА получено, что внедрение порошкового материала в матрицу альгината натрия не изменяет его состав, вне зависимости от соотношения наполнитель/матрица. Поверхность полученных композитов выглядит как пористый матрикс, в котором равномерно распределена твердая фаза.

Методом БЭТ установлено, что удельная поверхность композиционного материала, характеризующегося соотношением наполнитель/матрица 20/80, возрастает по сравнению с порошковым материалом от 23 м²/г до 37 м²/г, а увеличение температуры сушки образца от 200 до 400оС уменьшает удельную поверхность до 33 м²/г. Для изучения биорезорбируемости образцов было проведено их растворение в 0.1 М растворе HCl, ацетатном буферном растворе и 0.9% растворе NaCl. Из полученных данных следует, что резорбируемость полученных композитов выше, чем у соответствующего образца без биополимера, но при увеличении соотношения наполнитель/матрица и увеличении температуры сушки композита резорбируемость снижается. Таким образом, по полученным результатам можно сделать следующие выводы: Предложен способ получения композиционных материалов, свойства которых возможно корректировать за счет варьирования соотношения наполнитель/матрица и температуры сушки. Выяснено, что оптимальной температурой сушки является t=200оС. Образцы, полученные при данной температуре, характеризуются максимальным значением удельной поверхности и начальной скорости растворения. Отмечено, что скорость резорбции образцов уменьшается с возрастанием температуры сушки и содержанием наполнителя.

COMPOSITE MATERIAL BASED ON MIXTURE OF CALCIUM PHOSPHATES AND SODIUM ALGINATE

Golovanova O., Tsyganova A.
Omsk State University. F. M. Dostoevsky, Russia
E-mail: golovanoa2000@mail.ru

Calcium orthophosphates have been widely used, but they do not meet a number of requirements for osteoplastic materials: good tissue tolerance; porosity, to ensure bone germination; biodegradation, correlated with the rate of osteoregeneration; the possibility of sterilization without changing the quality, availability and low price.

Of particular interest today are materials based on octacalcium phosphate (OKF), the biological apatite precursor that is involved in the early stage of mineralization, i.e., it is the center of crystallization in bone and tooth enamel, followed by the formation of precipitated hydroxyapatite (HA) and then transition to high-grade HA crystallinity. However, it is difficult to obtain pure OKF, since it is a metastable phase, and therefore it is often used in a mixture with other calcium phosphates. On the other hand, biopolymers have a high potential for use in medicine. In particular, materials based on alginate - a polysaccharide, which has a wide range of properties useful to humans and can serve as an elastic frame. The aim of this work is to obtain the most bioresorbable and porous material based on sodium alginate and a mixture of calcium orthophosphates.

In the synthesis of a mixture of calcium orthophosphates by X-ray powder diffraction and IR Fourier spectroscopy, it was found that the precipitate obtained is represented by phases of OKF, brushite and HA, the main intense lines of which correspond to 2 θ angles:

OKF - 4.8; 11.4, 22.8; GA - 25.9, 29.6, 31.8; brushite - 20.4, 47.3, 35.2. With crystallite sizes OKF - 2.96 nm, brushite - 2.45 nm, HA - 2.15 nm.

According to the XRD results, it was found that the introduction of powder material into the matrix of sodium alginate does not change its composition, regardless of the filler / matrix ratio. The surface of the obtained composites looks like a porous matrix in which the solid phase is evenly distributed.

Using the BET method, it was found that the specific surface of a composite material characterized by a filler / matrix ratio of 20/80 increases compared to a powder material from 23 m²/g to 37 m²/g, and an increase in the drying temperature of a sample from 200 to 400 ° C reduces the specific surface to 33 m²/g.

To study the bioresorbability of the samples, they were dissolved in a 0.1 M HCl solution, acetate buffer solution, and 0.9% NaCl solution. From the data obtained it follows that the resorbability of the obtained composites is higher than that of the corresponding sample without a biopolymer, but with an increase in the filler / matrix ratio and an increase in the drying temperature of the composite, the resorbability decreases. Thus, according to the results obtained, the following conclusions can be drawn: A method for producing composite materials, the properties of which can be adjusted by varying the ratio of filler / matrix and drying temperature, is proposed.

It was found that the optimum drying temperature is $t = 200$ ° C. Samples obtained at a given temperature are characterized by a maximum specific surface area and initial dissolution rate. It was noted that the rate of sample resorption decreases with increasing drying temperature and filler content.

АДАПТАЦИЯ ВОДНЫХ РАСТЕНИЙ К ДЕЙСТВИЮ АНТРОПОГЕННЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ

Бондарева Л.Г.

**Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана, Роспотребнадзора,
Мытищи, Россия**

E-mail: lydiabondareva@gmail.com

Цель настоящих исследований – изучение влияния антропогенных загрязнителей в водной среде на адаптацию растений, на примере *Elodea canadensis*.

В качестве основного объекта исследований был выбран погруженный макрофит элодея (*Elodea canadensis*). Для исследований использовались методы ИК-Фурье спектроскопии и замедленной флуоресценции. Проведены исследования по потенциальной адаптации одного из распространенного погруженного макрофита в среде, содержащей антропогенные загрязнители разной природы - металлы (мг/л) – неорганические соли: Mn²⁺, Zn²⁺, Ni²⁺ - 0,005, 0,01, 0,05, 0,25; Cd²⁺ - 0,001, 0,005, 0,025, 0,125; Cu²⁺ - 0,0005, 0,001, 0,005, 0,025, Pb²⁺ - 0,001, 0,005, 0,010; Al³⁺ - 0,008, 0,04, 0,02, 0,4; - органические соли: 0,5 М CH₃COONH₄, 1М CH₃COONH₄, 0,01 М Na₂EDTA; минеральные кислоты: 0,1М HNO₃, 0,1М H₂SO₄, 0,1М HCl; нефть и нефтепродукты – водорастворимая фракция.

Методом ИК-Фурье спектроскопии установлено, что практически все изученные загрязнители не проявляют явного внешнего воздействия на твердые фрагменты растения (клеточные мембраны). Методом замедленной флуоресценции выявлено, что растворенные органические и неорганические вещества в течение некоторого времени слабо влияют на жизнедеятельность водных растений.

На примере проведенных исследований можно отметить, что в растениях слабо изменяются структуры клеточных мембран, несмотря на то, что уровень воздействия на элодею был различным, как по силе (сильные минеральные кислоты), так и по интенсивности (длительность воздействия). Вещества, растворенные в водной среде, являются важным абиотическим стрессом для живых организмов, развивающихся в этой среде. Как и все другие абиотические стрессы, растворенные органические и неорганические соединения, приводят к биохимическим и генным изменениям.

Некоторые виды растений, в частности элодея канадская, проявляют достаточно высокую устойчивость к соединениям тяжелых металлов. Так, элодея сохраняла жизнеспособность при всех изученных концентрациях. Токсический эффект, который регистрируется по снижению флуоресцентных показателей на 1-3 сутки после внесения солей в среду, снижается на 5-7 сутки культивирования, что сопровождается ростом ОПЗФ. Внесение ионов кадмия, цинка и никеля в концентрации до 25 ПДК оказывает стимулирующее действие на флуоресцентные параметры, особенно выраженное также на 5-7 сутки. По-видимому, за это время происходит подключение процессов, способствующих адаптации элодеи канадской к высоким концентрациям исследуемых соединений.

Тем самым, показано, что *Elodea canadensis* может проявлять толерантность к антропогенным загрязнителям, различающихся природой, классом опасности, физико-химическими свойствами и пр.

Исследования выполнены в рамках Фундаментальных исследований Роспотребнадзора.

ADAPTATION OF AQUATIC PLANTS TO INFLUENCE OF THE ARTIFICIAL POLLUTIONS

Bondareva L.

Federal Scientific Center of Hygiene named after F.F. Erisman

E-mail: lydiabondareva@gmail.com

Water-based abiotic and biotic components, between which various processes and exchanges occur, can be divided: into three inanimate systems - air, water, solid components; and on living systems - flora, fauna, including humans. All substances can be included in these systems in various concentrations. These concentrations depend on the chemical properties of substances and are involved in creating a matrix of components.

Adaptation of an aquatic plant organism includes any beneficial changes at any level of the organization of the biological system (molecular, subcellular, cellular, etc.) that help its survival under changing environmental conditions. The purpose of this research is to study the effect of anthropogenic pollutants in the aquatic environment on plant adaptation, using the example of *Elodea canadensis*.

Possible violations of cell membranes can serve as an indicator of the resistance of an aquatic plant to stress. Possible violations of cell membranes can serve as an indicator of the resistance of an aquatic plant to stress. The main method for this was selected by IR Fourier spectroscopy. IR absorption spectra and diffuse reflection spectra of the samples under study are similar to IR spectra of any plant material, in particular, cellulose. The registration of delayed chlorophyll fluorescence was performed using the computerized fluorimeter "Photon-10". This device is intended for registration of several delayed and variable fluorescence parameters of different plant objects (chloroplasts, algae, plant leaves, lichen). In this device,

the patented method of rapid assessment of chemical substances is the phytotoxic effect, which based on the registration of the relational index in delayed chlorophyll fluorescence.

Studies on the potential adaptation of one of the common aquatic macrophytes *Elodea canadensis* when immersed in a medium containing anthropogenic pollutants of various origins - metals (mg·l⁻¹) - inorganic salts: Mn²⁺, Zn²⁺, Ni²⁺ - 0.005, 0.01, 0.05, 0.25; Cd²⁺ - 0.001, 0.005, 0.025, 0.125; Cu²⁺ - 0.0005, 0.001, 0.005, 0.025, Pb²⁺ - 0.001, 0.005, 0.010; Al³⁺ - 0.008, 0.04, 0.02, 0.4; organic salts: 0.5M CH₃COONH₄, 1 M CH₃COONH₄, 0.01 M Na₂EDTA; mineral acids: 0.1 M HNO₃, 0.1 M H₂SO₄, 0.1 M HCl; oil and its derivatives - water-soluble petrochemicals.

It was found that almost all the studied pollutants do not show a clear external effect on the solid fragments of the plant (cell membranes). Thus, it was shown that elodea is tolerant of some anthropogenic pollutants that differ in nature, hazard class, physico-chemical properties, etc.

МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНАЯ ТЕРМОГРАФИЯ

Богатов Н.М., Сеницын А.С., Шаповалов С.К.

Кубанский государственный университет, г. Краснодар, Россия

E-mail: bogatov@phys.kubsu.ru

В настоящее время конструкции и методы обработки сигналов магнитно-резонансных томографов совершенствуются с целью решения новых задач медицинской диагностики. Одной из таких задач является определение температуры внутренних тканей организма. Эта задача требует более высокой точности контроля режимов работы томографа и создания новых алгоритмов анализа данных и изображений. Разработка методов неинвазивной термометрии для термотерапии является актуальной научно-технической проблемой.

Методика определения внутренней температуры тела с помощью ядерного магнитного резонанса ЯМР активно развивается. Для объемной магнитно-резонансной (МР) термометрии используются методы, основанные на получении резонанса от протонов в составе различных молекул исследуемого объекта: воды и жира, метилена, липидов и др. Разница резонансных частот дает информацию об абсолютной температуре тканей. Разрабатываются методы, использующие молекулярную диффузию. Разнообразие методов построения тепловых изображений с помощью МРТ обусловлено многофакторностью влияния температуры на состояние живого объекта, что выражается в температурной зависимости измеряемых параметров: времени продольной (спин-решеточной) релаксации T_1 , времени поперечной (спин-спиновой) релаксации T_2 , намагниченности M_0 , связанной с протонной плотностью, коэффициента диффузии D , химического сдвига δ . Времена релаксации T_1 , T_2 зависят от индукции магнитного поля, эта зависимость для T_1 более выражена, чем для T_2 . В результате контрастные характеристики биологической ткани T_1 МРТ изображений зависят от значения индукции магнитного поля. Поэтому для разработки методики магнитно-резонансной термографии необходимо исследовать эти эффекты.

Целью данной работы является определение температуры на основе цифрового анализа T_1 взвешенных МРТ изображений фантомов.

Фантомы, однородные и неоднородные по составу, исследовались на магнитно-резонансном томографе с индукцией 1 Тл. Изменение времени спин-решеточной релаксации протонов T_1 анализировалось на основе изменения интенсивности I цвета пикселей МР T_1 -изображений. Значения интенсивности пикселей I нормированы так, что

$T \in [0, 255]$. Повышение разрешающей способности достигалось использованием псевдоцветовой палитры МРТ изображений. Температура исследуемых объектов T контролировалась с помощью контактного термодатчика Nihon Konden BSN 2301K.

В результате продемонстрировано влияние градиентного магнитного поля на МР T_1 взвешенные изображения, полученные с помощью импульсной последовательности Fast Field Echo, фантомов с различной температурой. По заданному распределению магнитного поля можно определить температуру в объеме тела, если индукция магнитного поля контролируется изменяется в каждой точке объема или некоторой его области. Этот эффект необходимо учитывать при разработке методики объемной термографии, использующей измерение T_1 . В аппаратных комплексах магнитно-резонансной термографии необходимо задавать индукцию магнитного поля B с точностью, достаточной для определения различных значений температуры T в соседних областях.

MAGNETIC RESONANCE THERMOGRAPHY

Bogatov N., Sinitsyn A., Shapovalov S.
Kuban State University, Krasnodar, Russia
E-mail: bogatov@phys.kubsu.ru

Currently, designs and methods for processing signals of magnetic resonance imaging are being improved to address new challenges in medical diagnostics. One of these tasks is to determine the temperature of the internal tissues of the body. This task requires a higher accuracy of control of the tomograph's operating modes and the creation of new data and image analysis algorithms. The development of non-invasive thermometry methods for thermotherapy is an urgent scientific and technical problem.

The methodology for determining the internal temperature of the body using nuclear magnetic resonance NMR is actively developing. For volume magnetic resonance (MR) thermometry, methods are used based on obtaining resonance from protons in the composition of various molecules of the studied object: water and fat, methylene, lipids, etc. The difference in resonant frequencies gives information about the absolute temperature of tissues. Methods using molecular diffusion are being developed. The variety of methods for constructing thermal images using MRI is due to the multifactorial effect of temperature on the state of a living object, which is expressed in the temperature dependence of the measured parameters: the longitudinal (spin-lattice) relaxation time T_1 , the lateral (spin-spin) relaxation time T_2 , and the magnetization M_0 associated with proton density, diffusion coefficient D , chemical shift δ . The relaxation times T_1 , T_2 depend on the induction of the magnetic field; this dependence is more pronounced for T_1 than for T_2 . As a result, the contrast characteristics of biological tissue T_1 MRI images depend on the value of the magnetic field induction. Therefore, to develop a technique for magnetic resonance thermography, it is necessary to study these effects.

The aim of this work is to determine the temperature based on a digital analysis of T_1 weighted MRI images of phantoms.

Phantoms, homogeneous and heterogeneous in composition, were studied on a magnetic resonance imager with an induction of 1 T. The change in the spin-lattice relaxation time of the T_1 protons was analyzed on the basis of the change in the intensity I of the color of the pixels of the MR T_1 images. The pixel intensities I are normalized so that $I \in [0, 255]$. An increase in resolution was achieved using a pseudo-color palette of MRI images. The

temperature of the studied objects t was monitored using a Nihon Konden BSN 2301K contact temperature sensor.

As a result, the influence of the gradient magnetic field on the MR T_1 is demonstrated, weighted images obtained using the Fast Field Echo pulse sequence, phantoms with different temperatures. From a given distribution of the magnetic field, it is possible to determine the temperature in the body volume if the magnetic field induction changes in a controlled manner at each point of the volume or some of its area. This effect must be taken into account when developing a volumetric thermography technique using T_1 measurement. In hardware complexes of magnetic resonance thermography, it is necessary to specify the induction of magnetic field B with an accuracy sufficient to determine various values of temperature t in neighboring regions.

ТРАНСПЛАНТОЛОГИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ КОМПЕНСАЦИИ РАЗЛИЧНЫХ ПАТОЛОГИЧЕСКИХ СОСТОЯНИЙ

**Куликов А.В., Архипова Л.В., Гаврилюк В.Б., Мндлян Е., Глазкова П.А.,
Глазков А.А., Куликов Д.А.**

**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт теоретической и экспериментальной биофизики Российской академии наук, г.Пущино, Россия, Государственное бюджетное учреждение здравоохранения Московской области им. М.Ф. Владимирского, г. Москва, Россия.
E-mail: 29.04.55@mail.ru**

Известно, что в организме млекопитающих есть иммунопривилегированные зоны, трансплантация различных тканей в которые не приводит к их скорому отторжению. В этих зонах дефицитные трансплантированные клетки могут функционировать длительное время и, что самое главное, в таком варианте трансплантации не требуется пожизненное применение иммунодепрессантов.

Авторами созданы экспериментальные методы позволяющие:

- добиться пожизненной полной или частичной компенсации диабета в результате однократного оперативного вмешательства (алло- или ксенотрансплантация эмбриональной/неонатальной ткани поджелудочной железы в иммунопривилегированные области);
- компенсировать необратимые последствия тяжелых черепно-мозговых травм (алло- или ксенотрансплантация ткани эмбрионального неокортекса в иммунопривилегированные области);
- значительно снизить темп необратимой возрастной инволюции тимуса в разных возрастных группах, другими словами, замедлить скорость старения Т-клеточного звена иммунологической системы, повысить защиту организма от инфекций, онкогенов, последствий стрессов, увеличить среднюю, минимальную и максимальную продолжительность жизни животных;
- добиться ускоренного восстановления иммунологического статуса после радиационного облучения в сублетальной дозе и значительного увеличения выживаемости после облучения в летальной дозе (алло- или ксенотрансплантация иммунокомпетентных тканей в иммунопривилегированные области);
- восстановить Т-клеточное звено иммунитета у «стареющих» особей после аутооттрансплантации длительно криоконсервированных тимоцитов. (ведется

разработка методик по трансплантации различных криоконсервированных тканей);

- добиться восстановления репродуктивной функции с нормализацией количества тестостерона при явно выраженном гипогонадизме (ауто трансплантация клеток костного мозга);
- разработать способы компенсации дефектов желудочно-кишечного тракта (желудок, кишечник) с помощью фиброина шёлка, витализированного костномозговыми клетками;
- разработать способ лечения энкопреза (ауто трансплантация клеток костного мозга).

Проведено более 20 операций. Максимально отдаленный на сегодня положительный результат более 7 лет.

Работа выполнена в рамках государственного задания ИТЭБ РАН
№007-00-94-18-00.

TRANSPLANTATION METHODS OF COMPENSATION OF COMPENSATION PATHOLOGICAL CONDITIONS

**Kulikov A., Arkhipova L., Gavrilyuk V., Mndlyan E., Glazkova P., Glazkov A.,
Kulikov D.**

**Federal State Budgetary Institution of Science Institute of Theoretical and
Experimental Biophysics of the Russian Academy of Sciences, Pushchino, Russia,
State Budgetary Institution of Healthcare of the Moscow Region Mf Vladimirsky,
Moscow, Russia.**

E-mail: 29.04.55@mail.ru

It is known that in mammals there are immune-privileged zones, the transplantation of various tissues into which does not lead to their rapid rejection. In these areas, deficient transplanted cells can function for a long time and, most importantly, in this variant of transplantation, lifelong use of immunosuppressants is not required.

The authors have created experimental methods that allow:

- to achieve lifelong full or partial compensation of diabetes as a result of a single surgical intervention. (allo- or xenotransplantation of embryonic / neonatal pancreatic tissue in immunoprivated regions);
- compensate for the irreversible effects of severe traumatic brain injury.
- (allo- or xenotransplantation of the tissue of the embryonic neocortex in immunoprivileged areas);
- significantly reduce the rate of irreversible age-related involution of the thymus in different age groups, in other words, slow down the aging rate of the T-cell component of the immunological system, increase the body's defense against infections, oncogenes, stress effects, increase the average, minimum and maximum lifespan of animals;
- to achieve accelerated recovery of the immunological status after radiation exposure in sublethal dose and a significant increase in survival after radiation in a lethal dose. (allo- or xenotransplantation of immunocompetent tissues in immunoprivileged areas);
- to restore T-cell immunity in "aging" individuals after autotransplantation of long-term cryopreserved thymocytes. (methods are being developed for the transplantation of various cryopreserved tissues);

- to achieve the restoration of reproductive function with the normalization of the amount of testosterone with pronounced hypogonadism (autotransplantation of bone marrow cells);
- develop ways to compensate for the defects of the gastrointestinal tract (stomach, intestines) using silk fibroin, vitalized by bone marrow cells;
- to develop a method for the treatment of encopresis (autotransplantation of bone marrow cells). More than 20 operations were performed. The most distant positive result for today is more than 7 years.

The work was performed as part of the state assignment of ITEB RAS
No. 007-00-94-18-00.

ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ТОКСИКОЛОГИЯ НА СТРАЖЕ ЗДОРОВЬЯ ЧЕЛОВЕКА

Жанатаев А.К., Дурнев А.Д.

ФГБНУ НИИ фармакологии им. В.В. Закусова, Москва, Россия

E-MAIL: azhanataev@yandex.ru

Одним из негативных последствий бурного технологического развития является все возрастающее число в среде обитания современного человека потенциально опасных для здоровья факторов химической, физической и биологической природы. Генотоксические факторы представляют наибольшую опасность, поскольку оказывают патологическое воздействие на здоровье не только отдельных индивидуумов, но и будущих поколений, обуславливая накопление в популяции негативных генетических изменений, т.н. генетического груза.

Понимание этой опасности в середине прошлого столетия способствовало возникновению на стыке научных дисциплин генетической токсикологии - совокупности фундаментальных и прикладных исследований, конечной целью которых является выявление генотоксикантов и снижение/предотвращение их патогенных эффектов. Ее основными задачами были определены: исследование механизмов и закономерностей генотоксических событий; скрининг и мониторинг потенциальных генотоксикантов; разработка и постоянное совершенствование методов выявления генотоксических эффектов; изучение возможностей их фармакологической/нутрицевтической антимуtagenной модификации; оценка риска генотоксических воздействий в отношении здоровья человека.

Оценка генотоксической активности сегодня является неотъемлемым элементом в системе изучения безопасности широкого спектра продуктов современных технологий. Функционируют международные и национальные требования, определяющие принципы и методы проведения генотоксикологических исследований. Ведутся фундаментальные исследования, направленные на изучение механизмов и закономерностей генотоксических событий, проводится оценка недостатков существующей методологии на основе опыта ее практического применения и определяют пути ее совершенствования, активно развиваются технологии, позволяющие расширить возможности имеющихся методик и разработать принципиально новые.

*Нынешнее поколение – всего лишь страж
генома человека будущих поколений
(Моллинг и Волькович, 1978)*

GENETIC TOXICOLOGY ON THE GUARD ON THE HUMAN HEALTH
Zhanataev A., Durnev A.
Federal State Budgetary Institution "Research Zakusov Institute Of
Pharmacology"
E-mail: azhanataev@yandex.ru

One of the negative consequences of rapid technological development is the increasing number in the environment of human of potentially dangerous to health factors of chemical, physical and biological nature. Genotoxic factors are the most dangerous, because they have a pathological effect on the health of not only single individuals, but also future generations, causing the accumulation of negative genetic changes in the population, the so-called genetic load.

Understanding this danger in the middle of the last century contributed to the emergence at the junction of scientific disciplines of genetic toxicology- a set of fundamental and applied researches, the ultimate goal of which is to identify genotoxicants and reduce/prevent their pathogenic effects. Its main goals were to study the mechanisms and patterns of genotoxic events; screening and monitoring of potential genotoxicants; development and continuous improvement of methods for identifying genotoxic effects; study of the possibilities and ways of their pharmacological/nutraceutical antimutagenic modification; risk assessment of genotoxic effects on human health.

Today evaluation of genotoxicity is an integral element in the system of studying the safety of a wide range of products of modern technologies. There are international and national requirements that define the principles and methods of genotoxicological research. Fundamental researches is conducted to study the mechanisms and patterns of genotoxic events, assess the shortcomings of the existing methodology based on the experience of its practical application and identify ways to improve it, actively develop technologies that allow expanding the capabilities of existing techniques and developing new ones.

*"The present generation is only a caretaker of
the human genome of future generations"*
(Malling and Valcovic, 1978)

**ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ НК-КЛЕТОК И КЛЕТОК ТРОФОБЛАСТА ПРИ ПРИВЫЧНОМ
НЕВЫНАШИВАНИИ БЕРЕМЕННОСТИ. IN VITRO ИССЛЕДОВАНИЕ**

Михайлова В.А. Баженов Д.О., Соколов Д.И., Сельков С.А.
ФГБНУ «Научно-исследовательский институт имени Д.О.Отта»,
Санкт-Петербург, Россия
E-mail: Litorina13@gmail.com

Одним из заболеваний репродуктивной системы является невынашивание беременности, 25% которого составляет привычное невынашивание беременности (ПНБ). НК-клетки привлекают внимание в плане их участия в развитии плаценты и нарушений данной регуляции при ПНБ. В зоне маточно-плацентарного контакта НК-клетки могут контактировать с трофобластом. Однако взаимное влияние клеток трофобласта и НК-клеток остается недостаточно изученным. Целью работы была оценка пролиферации НК-клеток периферической крови женщин с ПНБ в присутствии клеток трофобласта.

Исследование включало женщин с ПНБ в пролиферативной (группа 1; n=12) и секреторной (группа 2; n=13) фазах менструального цикла, беременных женщин на сроке 6-7 недель с ПНБ в анамнезе (группа 3; n=14). Контрольные группы составили здоровые небеременные женщины, ранее имевшие физиологическую беременность, закончившуюся родами в срок, (фертильные) в пролиферативной (группа 4; n=11) и секреторной (группа 5; n=13) фазах менструального цикла, и беременные женщины на сроке 6-7 недель с физиологическим течением беременности (группа 6; n=20).

Использовали клетки линии JEG-3 (ATCC, США), воспроизводящие основные характеристики клеток трофобласта. Мононуклеары периферической крови выделяли стерильно при помощи центрифугирования в градиенте плотности. Для оценки пролиферации НК-клеток использовали метод, включавший культивирование мононуклеаров периферической крови в присутствии клеток трофобласта в течение 72 часов при 37 °C и 5% CO₂. В лунки добавляли рекомбинантный IL-2 (Ронколейкин, Биотех, Россия) в концентрации 200 МЕ/мл для поддержания жизнеспособности НК-клеток. Через 72 часа в лунки дополнительно вносили 100 мкл культуральной среды, содержащей 200 МЕ/мл IL-2. Затем продолжали культивирования 72 часа, после чего мононуклеары фиксировали и пермеабелизовали, используя набор Cytofix/Cytoperm (BD, США) и обрабатывали моноклональными антителами. Статистический анализ выполнен в программе STATISTICA, использован критерий Манна-Уитни и критерий Уилкоксона.

После культивирования в присутствии клеток трофобласта по сравнению с условиями моно-культивирования интенсивность экспрессии Ki-67 НК-клетками снижена как у здоровых женщин, так и у женщин с ПНБ в целом в популяции НК-клеток с фенотипом CD3-CD56+, и в популяциях CD56+CD16- и CD56+CD16+ НК-клеток (достоверность различий: группа 1,2,3,6: p<0,001; группа 4: p<0,01; группа 5: p<0,05). Клетки трофобласта подавляют экспрессию CD56 НК-клетками у небеременных женщин с ПНБ во 2 фазе цикла в большей степени, чем у женщин с ПНБ в 1 фазе цикла (p<0,05). Подавление пролиферации популяций НК-клеток со стороны клеток трофобласта может являться универсальным механизмом, который облегчает *in vivo* инвазию трофобласта в стенку матки. Снижение экспрессии CD56 у женщин с ПНБ во второй фазе цикла может отражать нарушение функциональных характеристик НК-клеток, что в свою очередь связано с неудачами имплантации и инвазии бластоцисты.

Работа поддержана грантом Президента РФ НШ-2873.2018.7, государственной программой No. AAAA-A19-119021290116-1. Участие Баженова Д.О. поддержано стипендией Президента РФ СП-2836.2018.4.

NK CELL INTERACTION WITH TROPHOBLAST CELLS AT RECURRENT MISCARRIAGE. IN VITRO ASSAY

**Mikhailova V., Bazhenov D., Sokolov D., Selkov S.
D.O.Ott Institute of Obstetrics, Gynecology and Reproductology,
St.Petersburg, Russia
E-mail: Litorina13@gmail.com**

Miscarriage is the most frequent form of pregnancy failure. Recurrent miscarriage (RM) comprise approximately 25% of all miscarriage cases and include spontaneous abortions in the first trimester. Attention is focused on investigating the contribution of NK cells to regulation of placental development, and to studying the impact of defects in this regulation

on RM. In the area of uteroplacental contact, NK cells may be in contact with trophoblast cells. However, the mutual influence of trophoblast cells and NK cells currently remains insufficiently studied. The purpose of this work was to assess the proliferative activity of peripheral blood NK cells in women with RM in the presence of trophoblast cells.

The study included women with RM in the proliferative (group 1; n = 12) and secretory (group 2; n = 13) phases of the menstrual cycle, pregnant women 6–7 weeks with a RM in their medical history (group 3; n = 14). The control groups consisted of healthy non-pregnant women who had previously had a physiological pregnancy that ended in term delivery (fertile) in the proliferative (group 4; n = 11) and secretory (group 5; n = 13) phases of the menstrual cycle, and pregnant women in the period 6 -7 weeks with physiological pregnancy (group 6; n = 20).

JEG-3 trophoblast cells (ATCC, USA) were used as trophoblast cells. Cells of the JEG-3 line have the main morphological, phenotypic and functional characteristics of trophoblast cells. Mononuclear cells were isolated from peripheral blood in aseptic conditions using a standard method involving density gradient centrifugation. To assess the proliferative activity of NK cells, that included culturing of mononuclear cells in presence of monolayer of cells of the JEG-3 cell line for 72 hours at 37 °C under 5% CO₂. Recombinant IL-2 (Roncoleukin, Biotech, Russia) was added to all wells at a concentration of 200 IU/mL for NK cell viability. After 72 hours, 100 µL of fresh culture medium and recombinant IL-2 at a concentration of 200 IU/mL were added to the wells. Culturing was continued for a further 72 hours before fixing and permeabilising the cells using Cytotfix/Cytoperm reagents (BD Biosciences, USA). The mononuclear cells were next treated with fluorescently labeled monoclonal antibodies. Statistical analysis was performed in the STATISTICA program (Mann-Whitney test and the Wilcoxon test).

After culturing in the presence of trophoblast cells, the intensity of Ki-67 expression by NK cells was found to be reduced in healthy women as well as in women with RM in the population of NK cells with the CD3-CD56 + phenotype, and in populations of CD56+ CD16- and CD56+ CD16+ NK-cells (significance of differences: group 1,2,3,6: p <0.001; group 4: p <0.01; group 5: p <0.05). Trophoblast cells suppress the expression of CD56 by NK cells in non-pregnant women with RM in phase 2 of the cycle to a greater extent than in women with RM in phase 1 of the cycle (p <0.05). Inhibition of proliferation of NK cell populations by trophoblast cells may be a universal mechanism that facilitates in vivo trophoblast invasion into the uterine wall. A decrease in the expression of CD56 in women with RM in the second phase of the cycle may reflect a violation of the functional characteristics of NK cells, which in turn is associated with failures of implantation and invasion of the blastocyst.

The research was supported by the Grant No. NSh-2873.2018.7, the government program No. AAAA-A19-119021290116-1. The participation of D.O. Bazhenov was supported by a scholarship (SP-2836.2018.4).

ПРОТЕОМНОЕ ПРОФИЛИРОВАНИЕ МИКРОВЕЗИКУЛ КЛЕТКИ ЛИНИИ NK-92 С ПОМОЩЬЮ MALDI-МАСС-СПЕКТРОМЕТРИИ

Корневский А.В., Березкина М.Э., Милютина Ю.П., Михайлова В.А., Соколов Д.И., Сельков С.А.

ФГБНУ «Научно-исследовательский институт акушерства, гинекологии и репродуктологии им. Д.О. Отта», Санкт-Петербург, Россия

E-mail: a.korenevsky@yandex.ru

Естественные киллеры (NK-клетки) обеспечивают первую линию защиты от различных инфекционных агентов и играют важную роль в механизмах противоопухолевой резистентности. В регуляторной и цитотоксической активности NK-клеток могут участвовать вырабатываемые ими микровезикулы (МВ), функции и состав которых в настоящее время мало изучены. Цель исследования – изучить белковые профили NK-клеток и их МВ. Клетки линии NK-92 культивировали в полной ростовой среде на основе α -MEM. Их МВ выделяли дифференциальным центрифугированием. Фракционирование лизатов осуществляли на стрипах OFFGEL High Resolution IPG Strip (Agilent Technologies, США). Масс-спектры триптических пептидов получали на MALDI-масс-спектрометре Axima Resonance (Shimadzu/Kratos Analytical Ltd., Великобритания). Белки идентифицировали при помощи программы Mascot. Методом изоэлектрофокусирования было получено 24 фракции, в которых было идентифицировано 463 белка, объединенные в 32 функциональные группы. Наибольший интерес представляют цитокины, белки внутриклеточной сигнализации, транскрипционные факторы, белки межклеточной сигнализации и белки-регуляторы апоптоза. С помощью метода иммуноблоттинга в МВ был идентифицирован гранзим В.

Поддержано грантами РФФИ (проекты 17-04-00679 и 19-015-00218).

NK-92 CELL LINE MICROVESICLE PROTEOMIC PROFILING USING MALDI-MASS-SPECTROMETRY

**Korenevsky A., Berezkina M., Milyutina Yu., Mikhailova V., Sokolov D., Selkov S.
D.O. Ott Institute of Obstetrics, Gynecology, and Reproductology,
St. Petersburg, Russia**

E-mail: a.korenevsky@yandex.ru

Natural killer (NK) cells provide the first line of defense against various infectious agents and play an important role in the mechanisms of antitumor resistance. The microvesicles (MVs) produced by them can participate in the regulatory and cytotoxic activity of NK cells. The functions and protein composition of MVs are currently not well understood. The purpose of this study was to investigate the protein profiles of NK cells and their MVs. The NK-92 cell line was cultured in a full growth medium based on α -MEM. For the isolation of their MVs, the culture was centrifuged differentially and the obtained lysates were fractionated on OFFGEL High Resolution IPG Strip (Agilent Technologies, USA). The mass spectra of tryptic peptides were obtained on an Axima Resonance MALDI mass spectrometer (Shimadzu / Kratos Analytical Ltd., UK). Protein identification was performed using the Mascot program. Using the isoelectric focusing method, 24 fractions were obtained, with 463 proteins identified and combined into 32 functional groups, of which cytokines, intracellular signaling proteins,

transcription factors, intercellular signaling proteins, and apoptosis regulating proteins are of a special interest. Granzyme B was detected in MVs using the Western blotting method.

Supported by RFBR grants (projects #17-04-00679 and #19-015-00218).

СПОСОБ МИКРОФЛЮИДНОГО СИНТЕЗА СОЛИ РАЗВЕТВЛЕННОГО ОЛИГОГЕКСАМЕТИЛЕНГУАНИДИНА И СОЗДАНИЕ ОФТАЛЬМОЛОГИЧЕСКОГО ПРЕПАРАТА НА ЕГО ОСНОВЕ ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ ИНФЕКЦИОННЫХ КОНЪЮКТИВИТОВ

Иванов И.С., Норин А.М., Шаталов Д.О., Кедик С.А.

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования "МИРЭА - Российский технологический университет", г.
Москва, Российская Федерация.**

E-mail: ivan.ivanov1994@gmail.com

Воспалительные заболевания глаз инфекционной природы характеризуются широкой распространенностью и потенциально опасны снижением остроты зрения вплоть до слепоты. По данным портала Федеральной службы государственной статистики, заболеваемость глаза и его придаточного аппарата в 2017 г. составила 31,6 зарегистрированных больных на 1 тыс. человек населения, что говорит о довольно высоком значении, где второе место занимают воспалительные заболевания конъюнктивы глаз. Появление новых антибактериальных средств открывает широкие возможности эффективной терапии бактериальных заболеваний глаз. Среди множества соединений перспективным является гидросукцинат олигогексаметиленгуанидина (ОГМГсукц). При относительно низкой токсичности, его соли одновременно могут воздействовать на возбудителей конъюнктивитов инфекционной природы, в частности на *S. aureus*, *E. coli* и *P. aeruginosa*, что создает широкий спектр биоцидного действия.

Известен конвенциональный способ получения ОГМГсукц, однако качество синтезируемых таким образом соединений ограничивает их применение в фармацевтике. Другими недостатками традиционной технологии получения ОГМГсукц являются неравномерность распределения вводимой энергии по объему реактора и широкий разброс времени пребывания, что в конечном итоге приводит к снижению показателей тепло- и массообмена, чрезмерно большим потребляемым мощностям и росту стоимости конечных продуктов. Для решения данной проблемы синтез ОГМГсукц проводили с помощью микрофлюидики, использование которой даёт ряд преимуществ перед стандартными методами синтеза, такие как безопасность процесса, энергоэффективность, модульность конструкции, возможность ускоренного масштабирования и воспроизводимость технологического процесса, компактность и высокая селективность. Наравне с этим предполагается увеличить и степень чистоты получаемых соединений. Таким образом были получены образцы, удовлетворяющие молекулярно-массовым характеристикам, с надлежащей степенью разветвления и приемлемым содержанием примесей. В настоящее время производится подбор условий для сокращения времени микрофлюидного синтеза и температуры, при которой происходит поликонденсация.

Вторым этапом работы являлась разработка высокоэффективного офтальмологического препарата на основе ОГМГсукц для лечения конъюнктивитов инфекционной природы. Исходя из проведённых испытаний, выявлен оптимальный

состав готовой лекарственной формы, успешно прошедший впоследствии испытания стабильности согласно требованиям Государственной Фармакопеи.

По результатам данной работы можно заключить, что была разработана схема инновационного микрофлюидного синтеза получения ОГМГсукц, являющегося, в свою очередь, субстанцией для создания лекарственного препарата, активного против патогенной микрофлоры, вызывающей конъюнктивит.

METHOD OF MICROFLUID SYNTHESIS OF SALT BRANCHED OLIGOGEXAMETHYLENUGANIDIN AND DEVELOPMENT OF OPHTHALMOLOGICAL DRUG ON ITS BASIS FOR THE TREATMENT OF INFECTIOUS CONJECTIVES

**Ivanov I., Norin A., Shatalov D., Kedik S.
MIREA - Russian Technological University, Moscow, Russian Federation.
E-mail: ivan.ivanov1994@gmail.com**

Inflammatory diseases of the eye of an infectious nature are characterized by a high prevalence and are potentially dangerous with a decrease in visual acuity or even blindness. According to the portal of the Federal State Statistics Service of Russian Federation, the incidence of the eye and its adnexa in 2017 was 31.6 registered patients per 1 thousand people, which indicates a rather high value, where inflammatory diseases of the conjunctiva of the eye take second place. The emergence of new antibacterial agents opens up broad opportunities for effective treatment of bacterial eye diseases. Among the multitude of compounds, oligohexamethylene guanidine hydrosuccinate (OHMGsucc) is promising. With relatively low toxicity, its salts can simultaneously affect the causative agents of conjunctivitis of an infectious nature, in particular *S. aureus*, *E. coli* and *P. aeruginosa*, which creates a wide spectrum of biocidal action.

A conventional method is known for producing OHMGsucc, however, the quality of the compounds synthesized in this way limits their use in the pharmaceutical industry. Other disadvantages of traditional OHMGsucc technology are the uneven distribution of the input energy over the reactor volume and a wide variation in residence time, which ultimately leads to a decrease in heat and mass transfer, excessively high power consumption and an increase in the cost of final products. To solve this problem, the synthesis of OHMGsucc was carried out using microfluidics, the use of which gives a number of advantages over standard synthesis methods such as process safety, energy efficiency, modularity of the structure, the possibility of accelerated scaling and reproducibility of the process, compactness and high selectivity. Along with this, it is planned to increase the degree of purity of the compounds obtained. Thus, samples were obtained that satisfy the molecular-mass characteristics, with an appropriate degree of branching and an acceptable content of impurities. Currently, the selection of conditions to reduce the time of microfluidic synthesis and the temperature at which the polycondensation occurs.

The second stage of work was the development of a highly effective ophthalmologic drug based on OHMGsucc for the treatment of infectious conjunctivitis. On the basis of the tests performed, the optimal composition of the finished dosage form was identified, which successfully passed the stability test subsequently according to the requirements of the State Pharmacopoeia of Russian Federation.

Based on the results of this work, we can conclude that an innovative microfluidic synthesis scheme was developed for the production of OHMGsucc, which, in turn, is a substance for creating a drug active against pathogenic microflora that causes conjunctivitis.

НЕПОСРЕДСТВЕННЫЕ И ОТДАЛЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПОВТОРНОГО КОРОНАРНОГО ШУНТИРОВАНИЯ, ВЫПОЛНЕННОГО В ФГБУ «НМИЦССХ ИМ. А.Н. БАКУЛЕВА» МЗ РФ И ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПОВТОРНЫХ ОПЕРАЦИЯХ В РФ

**Казарян А.В., Сигаев И.Ю., Старостин М.В., Керен М.А., Еномян Л.Г., Морчадзе
Б.Д., Пилипенко И.В., Гусев П.В., Кудашев И.Ф., Назаров А.А., Бокерия Л.А.
ФГБУ НМИЦ ССХ им. А.Н. Бакулева МЗ РФ
E-mail: artak-doc74@mail.ru**

Реферат. Количество пациентов, нуждающихся в проведении повторных операций на коронарных артериях в связи с дисфункцией шунтов или прогрессированием атеросклероза в венечных артериях, постоянно увеличивается во всем мире и в России, ввиду постоянного роста популяции прооперированных больных. Повторное коронарное шунтирование (реКШ) по-прежнему остается сложной операцией и ассоциируется с более высоким риском заболеваемости и смертности по сравнению с первичным коронарным шунтированием. Цель нашего сообщения – анализировать частоту и летальность реКШ в РФ и представить наши непосредственные и отдаленные результаты повторной реваскуляризации миокарда у больных ИБС с возвратом стенокардии после ранее выполненного КШ. Исследование предполагает установить направления дальнейшего изучения проблемы в связи с ростом в стране популяции пациентов с возвратом стенокардии после первичного КШ и выработать алгоритм проведения повторных операции, систематизируя полученные данные.

Материалы и методы. За период с 2009 по 2018гг. в ФГБУ «НМИЦССХ им. А.Н. Бакулева» МЗ РФ выполнено 83 операции реКШ (43 с ИК/ 40 без ИК). За указанный период в РФ выполнено 1384 изолированных реКШ, с летальностью 5,8% (81). Анализируя отечественные данные о летальности за десятилетний период при реКШ, необходимо отметить об отсутствии стабильности данного показателя. В нашей стране доля повторных операции составляет меньше 0,5 % от общего количество КШ, с летальностью за 10 лет - 5,8%. При этом нам удалось в 2010, 2013 и 2016 годах достичь приемлемых результатов, снизив летальность при реКШ до 2,2%. Однако необходимо напоминать и о высокой летальности за 2008г- 12,3%.

Выводы. Исходя из представленных данных, следует, что опыт клиники имеет приоритетное значение. Полученные данные позволяют рассматривать методику MIDCAB, MICS как альтернативу традиционному повторному КШ через стернотомию. РеКШ через торакотомию у больных с возвратом стенокардии после операции КШ приводят к улучшению непосредственных результатов хирургического лечения: снижению частоты ОИМ, ОСН, ОНМК, госпитальной летальности, реопераций по поводу кровотечений, послеоперационных НРС, трансфузий, уменьшению времени ИВЛ и койко-дня. В результате исследования нами было выявлено, что реКШ на работающем сердце имеет некоторое преимущества в сравнении с реКШ с ИК, заключающееся в снижении риска возникновения инфекционно-воспалительных осложнений, а также снижение потребности в инфузии препаратов крови и использование аппарата аутогемотрансфузии Cell Sever, путем устранения неблагоприятных последствий ИК. Полученные итоговые данные свидетельствует о том, что реКШ в целом может осуществляться с низкой госпитальной летальностью и высокой 1-, 5-летней выживаемостью.

ANALYSIS OF EARLY AND LATE OUTCOMES OF REDO CORONARY ARTERY BYPASS GRAFTING, PERFORMED IN THE A.N. BAKULEV NATIONAL MEDICAL RESEARCH CENTER OF CARDIOVASCULAR SURGERY AND GENERAL INFORMATION ON THE RE-OPERATIONS IN RUSSIA

Kazaryan A., Sigaev I., Starostin M., Karen, M., Yenokyan L., Morchadze B., Pylypenko I., Gusev P., Kudashev I., Nazarov A., Bockeria L.

Bakulev A. NMRCCS

E-mail: artak-doc74@mail.ru

Abstract. The number of patients requiring repeated operations on coronary arteries due to shunt dysfunction or progression of atherosclerosis in the coronary arteries is constantly increasing worldwide and in Russia, due to the constant growth of the population of operated patients. Redo-CABG surgery is still a complex operation and is associated with a higher risk of morbidity and mortality than primary coronary bypass surgery. The purpose of our report is to analyze the frequency and lethality of Redo-CABG in the Russian Federation and to present our immediate and long-term results of myocardial revascularization in patients with coronary artery disease with a return of angina after previous CABG. The study proposes to establish the direction of further study of the problem in connection with the growth of the population of patients with the return of angina after primary CABG in the country and to develop an algorithm for repeated operations, systematizing the data.

Materials and methods. For the period from 2009 to 2018 the A.N. BNMRCSS performed 83 operations Redo-CABG (43 with CPB/ without CPB 40). For the period in Russia made 1384 of Redo-CABG, with a mortality rate of 5,8 % (81). Analyzing domestic data on mortality for the ten-year period under the Redo-CABG, it should be noted the lack of stability of this indicator. In our country, the share of repeated operations is less than 0,5 % of the total number of CABG. At the same time, we managed to achieve acceptable results in 2010, 2013 and 2016, reducing the mortality rate at RECs to 2,2%. However, it is necessary to recall the high mortality rate for 2008 – 12,3%.

Summary. Based on the presented data, it follows that the experience of the clinic is of priority. The obtained data allow to consider the technique of MIDCAB, MICS as an alternative to the traditional repeated CABG via sternotomy. Redo-CABG via thoracotomy in patients with recurrence of angina after CABG lead to the improvement of immediate results of surgical treatment: reduction in the incidence of AMI, DOS, stroke, hospital mortality, reoperations due to bleedings, postoperative arrhythmia, transfusions, reducing the time of mechanical ventilation and bed days. The study we have identified that Redo-CABG on a beating heart has some advantages in comparison Redo-CABG with CPB, which consists in reducing the risk of infectious-inflammatory complications, as well as reducing the need for infusion of blood products and the use of the Cell Saver machine, by eliminating the adverse effects of CPB. The obtained results indicate that the Redo-CABG as a whole can be carried out with low hospital mortality and high 1-, 5-year survival.

РАЗРАБОТКА ВЕТЕРИНАРНОГО ПРЕПАРАТА СИНБИОТИЧЕСКОГО ТИПА ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ

Айдакова А.В., Шаталов Д.О, Засыпкина Н.А., Михайлова Н.А., Панов А.В.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования "МИРЭА - Российский технологический университет",
г. Москва, Российская Федерация.
E-mail: ann.reznikova2012@ya.ru

Важным условием эффективного введения животноводства является не только увеличение объемов производства, но и экологическая безопасность выпускаемой продукции и здоровье скота. Правильное сбалансированное кормление крупного рогатого скота (КРС) играет решающую роль в процессе производства продукции высокого качества. В производственных условиях не всегда удается решить задачу обеспечения КРС кормами хорошего качества, что в свою очередь ведет к ухудшению здоровья животных и становится причиной таких заболеваний, как кетоз, мастит, ацидоз рубца и т.п.

Частую в рацион КРС активно используют лечебные и кормовые антибиотики, которые улучшают обмен веществ и повышают иммунитет животного, и кроме того, позволяют более длительное время обеспечивать сохранность кормов. Однако, обеспокоенность развитием антимикробной резистентности привела к введению запрета (с 1 января 2006 года) на использование антибиотиков в качестве стимуляторов роста (AGP – antibiotic growth promoters), что обусловило необходимость поиска альтернативных методов контроля и предотвращения патогенной колонизации бактерий.

В последние годы именно пробиотики начали набирать популярность как альтернатива AGP. В сельском хозяйстве наиболее популярными считаются пробиотики на основе бактерий рода *Bacillus*, которые способны выдерживать как высокие, так и низкие температуры, колеблющиеся значения pH, продуцировать множество различных ферментов (липазы, гидролазы и другие), антибиотиков, витаминов, белков, стабильны при хранении, экологически безопасны и технологичны в производстве. Примером пробиотической бактерии может служить штамм *B. subtilis* 1719, проявляющий широкий спектр антагонистической активности, низкую адгезивную активность, иммуномодулирующую активность, продуцирующий ферменты (липазу, протеазу, амилазу) и устойчивый к гентамицину, эритромицину, полимиксиму. В экспериментах на различных животных штамм оказался безвреден, не токсичен, авирулентен.

Перспективным направлением в последнее время является создание эффективного ветеринарного препарата, обогащенного переработанной биомассой леса (древесная зелень, ветки и кора, отходы столовой древесины). За счет включения такой нестандартной добавки в корм происходит нормализация физиологических процессов в организме животных, повышается аппетит, улучшается их рост, продуктивность, повышается иммунитет организма. Такие компоненты насыщают организм КРС водорастворимыми и жирорастворимыми витаминами, углеводами, макро- и микроэлементами (фосфор, кальций, железо, магний и др.), а также азотосодержащими веществами (аминокислоты – аргинин, метионин, лизин и др., белковые – глобулины, альбумины).

Таким образом, перспективно объединить пробиотические добавки и пребиотики, так как предполагается проявление синергетического действия данных добавок. Это позволит увеличить общий потенциал продуктивности КРС, улучшить качество кормов и снизить цены на кормовые добавки.

DEVELOPMENT OF VETERINARY DRUGS OF SYMBIOTIC TYPE FOR APPLICATION IN ANIMAL BREEDING

**Aydakova A., Shatalov D., Zasyapkina N., Mikhailova N., Panov A.
MIREA - Russian Technological University, Moscow, Russian Federation.
E-mail: ann.reznikova2012@ya.ru**

An important condition for the effective introduction of livestock is not only an increase in production, but also the environmental safety of products and livestock health. Proper balanced feeding of cattle plays a crucial role in the process of producing high quality products. In industrial conditions it is not always possible to solve the problem of providing cattle with good quality feed fodder, which in turn leads to deterioration of animal health and causes such diseases as ketosis, mastitis, rumen acidosis, etc.

Often in the diet of cattle actively use medicinal and fodder antibiotics, which improve metabolism and increase the immunity of the animal, and in addition, allow for a longer time to ensure the safety of feed. However, concerns about the development of antimicrobial resistance led to the introduction of a ban (from January 1, 2006) on the use of antibiotics growth promoters (AGP), which necessitated the search for alternative methods to control and prevent pathogenic colonization of bacteria.

In recent years, probiotics have begun to gain popularity as an alternative to AGP. In agriculture, probiotics based on bacteria of the genus *Bacillus*, which are able to withstand both high and low temperatures, fluctuating pH values, produce many different enzymes (lipases, hydrolases and others), antibiotics, vitamins, proteins, are stable during storage, ecologically safe and technological in production. An example of a probiotic bacterium is the *B. subtilis* 1719 strain, which exhibits a broad spectrum of antagonistic activity, low adhesive activity, immunomodulating activity, producing enzymes (lipase, protease, amylase) and resistant to gentamicin, erythromycin, polymyxime. In experiments on various animals, the strain was harmless, non-toxic, avirulent.

A promising direction in recent times is the creation of an effective veterinary drug enriched in recycled biomass of the forest (green wood, branches and bark, stem wood waste). Due to the inclusion of such a non-standard additive in fodder, the physiological processes in the organism of animals normalize, their appetite increases, their growth and productivity improve, and their immunity increases. Such components saturate the body of cattle with water-soluble and fat-soluble vitamins, carbohydrates, macro- and microelements (phosphorus, calcium, iron, magnesium, etc.), as well as nitrogen-containing substances (amino acids - arginine, methionine, lysine, etc., protein - globulins, albumin).

Thus, it is promising to combine probiotic supplements and prebiotics, since a synergistic effect of these supplements is expected. This will increase the overall potential of cattle productivity, improve the quality of fodder and reduce the prices of fodder additives.

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ МОЛОЧНЫЙ ПРОДУКТ ДЛЯ ПИТАНИЯ СПОРТСМЕНОВ

Медведев Г.В., Медведева Е.В., Каленик Т.К.
Дальневосточный федеральный университет, Школа биомедицины, г.
Владивосток, Россия
E-mail: medvedeva.ev@dvfu.ru

Питание является очень важным элементом подготовки спортсменов – как профессионалов, так и любителей. Спортивные нагрузки сопровождаются большим расходом энергии, гипоксией, значительным нервно-психологическим напряжением, что обуславливает повышенную потребность организма в энергии и отдельным пищевых веществах [1].

При организации рационального питания спортсменов в период напряженных физических нагрузок в условиях учебно-тренировочного сбора необходимо использовать специализированные продукты. Применение белково-углеводных специализированных продуктов или гейнеров перед тренировкой позволяет создать оптимальный энергетический фон и повысить запас свободных аминокислот в организме спортсмена. [2]

Целью проведенной работы было создание биотехнологии молока, обогащенного изолятом сывороточного белка.

На основе пастеризованного молока коровьего (ГОСТ 13264-88) (контрольный образец), изготавливался новый молочный напиток по оптимизированной технологической схеме, с введением в рецептуру: изолята сывороточного молочного белка (99,8%) (Pure Iso Whey, VP Laboratory, Великобритания) и сироп топинамбура без сахара (Дары Памира, ТУ 9185-004-66073934-14).

В результате исследования нами сделаны следующие выводы:

- разработана рецептура и технология молока, обогащённого сывороточным белком с добавлением сиропа топинамбура в качестве подсластителя с низким ГИ;
- исследованы органолептические свойства, показатели пищевой и энергетической ценности нового молочного продукта;
- исследованы показатели безопасности и качества полученного молочного продукта;
- на новые виды молочных продуктов разработан и утвержден пакет нормативной документации СТО-ДВФУ-02067942-014-2019 Молоко, обогащенное сывороточным белком «Университетское».

Как показали теоретические и экспериментальные исследования, использование многофункциональных пищевых добавок в технологии производства молочного продукта дает возможность не только расширить ассортимент функциональных продуктов, но и получить ряд положительных эффектов на организм человека и на процессы получения, и свойства готового продукта.

Список литературы:

Гаврилова Н.Б., Щетинин М.П., Молибога Е.А. Современное состояние и перспективы развития производства специализированных продуктов для питания спортсменов // Вопросы питания.- 2017. – Т. 86.- № 2. – С. 106.

Демидова Т.И., А.П. Нечаева, Д.Е. Бриль, М.Г., Горбачев, А.Ф., Доронин, Д.А. Демидов, П.Ф. Семенова, Д.С. Зудилина, В.К., Малышев // Специализированные пищевые продукты для питания спортсменов. – Пищевая промышленность.-2012.-№7.– С. 68-71.

SPECIALIZED DAIRY PRODUCT FOR NUTRITION OF ATHLETES

Medvedev G., Medvedeva E., Kalenik T.
Far Eastern Federal University, School of Biomedicine, Vladivostok, Russia
E-mail: medvedeva.ev@dvfu.ru

Nutrition is a very important element in the training of athletes - both professionals and amateurs. Sports loads are accompanied by high energy consumption, hypoxia, significant psychological stress, which leads to an increased need of the body for energy and certain nutrients [1].

When organizing a balanced diet of athletes during a period of intense physical exertion in a training camp, it is necessary to use specialized products. The use of protein-carbohydrate specialized products or gainers before training allows you to create the optimal energy background and increase the supply of free amino acids in the athlete's body. [2]

The purpose of the work was the creation of biotechnology of milk enriched in whey protein isolate.

Based on pasteurized cow's milk (GOST 13264-88) (control sample), a new milk drink was made according to an optimized technological scheme, with the introduction to the recipe: whey protein isolate (99,8%) (Pure Iso Whey, VP Laboratory, United Kingdom) and sugar-free Jerusalem artichoke syrup (Dary Pamira, TU 9185-004-66073934-14).

As a result of the study, we made the following conclusions:

- a recipe and technology of milk enriched with whey protein with the addition of Jerusalem artichoke syrup as a low GI sweetener were developed;
- organoleptic properties, indicators of nutritional and energy value of a new dairy product were investigated;
- the safety and quality records of the obtained dairy product were investigated;
- for the new types of dairy products a package of regulatory documentation STO-DVFU-02067942-014-2019 "Universitetskoe" Milk enriched with whey protein was developed and approved.

As shown by theoretical and experimental studies, the use of multifunctional food additives in dairy product technology allows not only to expand the range of functional products, but also to obtain a number of positive effects on the human body, on the production processes, and on the properties of the finished product.

Reference list:

1. Gavrilova N.B., Shchetinin M.P., Moliboga E.A. The current state and prospects for the development of the production of specialized products for the nutrition of athletes // Nutrition Issues. - 2017. - T. 86.- No. 2. - P. 106.
2. Demidova T.I., A.P. Nechaev, D.E. Bril, M.G. Gorbachev, A.F. Doronin, D.A. Demidov, P.F. Semenova, D.S. Zudilina, V.K. Malyshev // Specialized food products for nutrition of athletes. - The food industry. - 2012. - No. 7. - S. 68-71.

КОМПОЗИТЫ НА ОСНОВЕ ГИДРОКСИАПАТИТА И ВОЛЛАСТОНИТА ДЛЯ РЕКОНСТРУКЦИИ КОСТНОЙ ТКАНИ

Солоненко А.П.

Омский государственный медицинский университет, Омск, Россия

E-mail: annsolenko@gmail.com

Фосфаты и силикаты кальция являются перспективными компонентами материалов, предназначенных для эффективного восстановления дефектов костных тканей. Различия в их физико-химических характеристиках и поведении *in vivo* при высоком уровне биосовместимости позволяют путем сочетания различных количеств данных солей создавать материалы с новыми свойствами.

На базе научной лаборатории стоматологического факультета ОмГМУ разработан одностадийный способ получения керамических порошков, содержащих различные количества гидроксиапатита ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$) и волластонита ($\beta\text{-CaSiO}_3$), основанный на совместной кристаллизации солей и последующей термической обработке продуктов синтеза при 1000 °С (патент на изобретение № 2657817). В качестве прекурсоров солей использованы водные растворы $\text{Ca}(\text{OH})_2$, H_3PO_4 и NaSiO_3 , при взаимодействии которых образуется минимальное количество побочных продуктов. Варьирование концентраций исходных реагентов позволяет получать керамические порошки, содержащие от 0 до 100 масс. % апатита (остальное $\beta\text{-CaSiO}_3$). Исследования, выполненные с применением комплекса современных физико-химических методов, в числе которых рентгенофазовый анализ, ИК-Фурье-спектроскопия, сканирующая электронная микроскопия, термогравиметрический анализ, лазерный дисперсионный анализ и БЭТ, показали, что композиты состоят из равномерно распределенных по объему нанокристаллитов фосфата и силиката кальция, смешанных на квазимолекулярном уровне.

Изучены закономерности деградации порошков в Трис-буфере. Зафиксировано увеличение скорости растворения образцов по мере роста содержания в них $\beta\text{-CaSiO}_3$. Для исследования способности композитов к формированию слоя апатита на их поверхности из порошков путем прессования изготовлены образцы керамики в виде дисков (рис.). Выполнены эксперименты по выдерживанию полученных композитных керамик в синтетической биологической жидкости (simulated body fluid, SBF). По результатам фазового и элементного анализов установлено, что в результате выдерживания керамик в модельном растворе на их поверхности формируется слой сферических частиц апатита, причем толщина вновь формирующегося покрытия увеличивается при повышении доли волластонита в образцах. Таким образом, установлено, что композиты способны постепенно растворяться и инициировать пассивное формирование минеральной компоненты твердых тканей, обеспечивая успешную интеграцию синтетического тела в живую систему (костную ткань).

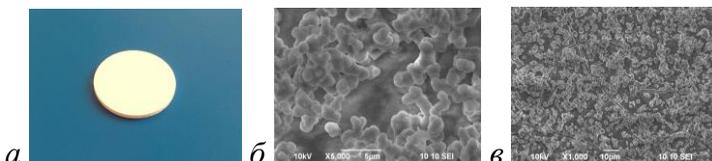


Рисунок. Диск композитной керамики (а), слой сферических частиц апатита на поверхности композитной (по истечении 14 суток выдерживания в SBF) (б, в)

Автор выражает благодарность за помощь в выполнении физико-химических исследований к.т.н., доценту А.И. Блесману, к.п.н., доценту Д.А. Полонянкину.

HYDROXYAPATITE AND WOLLASTONITE COMPOSITES FOR BONE TISSUE RECONSTRUCTION

Solonenko A.
Omsk State Medical University, Omsk, Russia
E-mail: annsolenko@gmail.com

Calcium phosphates and calcium silicates are promising components of materials designed for bone defects reconstruction. Differences in their physicochemical characteristics and in vivo behavior at a high level of biocompatibility allow to create the materials with new properties by combining different amounts of these salts.

In scientific laboratory of dental faculty at Omsk State Medical University, a one-stage method for producing ceramic powders containing various amounts of hydroxyapatite ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$) and wollastonite ($\beta\text{-CaSiO}_3$) based on salts co-precipitation and subsequent heat treatment of the synthetic products at 1000 °C was developed (patent № 2657817). An aqueous solutions of $\text{Ca}(\text{OH})_2$, H_3PO_4 and NaSiO_3 were used as salt precursors. Their interaction produces a minimal amount of by-products. Varying of starting reagents concentrations allows to obtain ceramic powders containing from 0 to 100 mass.% apatite in mixture with $\beta\text{-CaSiO}_3$. Studies performed using a complex of physicochemical methods, including X-ray diffraction, Infrared spectroscopy, scanning electron microscopy, thermo gravimetric analysis, laser dispersion analysis and BET, showed that composites consist of calcium phosphate and calcium silicate nanocrystallites uniformly distributed over the volume and mixed at a quasimolecular level.

The regularities of powder degradation in Tris-buffer were studied. It was found that samples dissolution rate increase together with growth of $\beta\text{-CaSiO}_3$ content in the composites.

Ceramic disks were made by pressing powders to study the apatite forming ability (Fig.). Composite ceramics were soaked in simulated body fluid (SBF). According to the results of phase, morphological and elemental analyzes, a layer of spherical apatite particles forms on samples surface during soaking in model solution. The thickness of newly formed coating increases with an increase of wollastonite fraction in the samples.

Thus, it was found that composites are able to gradually dissolve and initiate the passive formation of bone mineral component, ensuring the successful integration of the synthetic body into bone tissue.

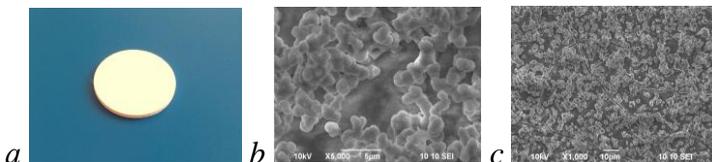


Figure. Composite ceramic (a) and layer of apatite spherical particles on the ceramics surface formed after 14 days of soaking in SBF (b, c)

The author is grateful to PhD A.I. Blesman and PhD D.A. Polonyankin for the help with physicochemical analysis of composite samples.

АКТИВНОСТЬ ГЛУТАТИОНОВОЙ СИСТЕМЫ АНТИОКСИДАНТНОЙ ЗАЩИТЫ В ГЕПАТОЦИТАХ ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ МОДЕЛИРОВАНИИ НЕАЛКОГОЛЬНОГО СТЕАТОГЕПАТИТА

Ковалевский Д.А., Денисенко Ю.К., Новгородцева Т.П.

Владивостокский филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Дальневосточный научный центр физиологии и патологии дыхания» - Научно-исследовательский институт медицинской климатологии и восстановительного лечения, Владивосток, Россия.

<http://niivl.ru>

Введение.

В исследованиях последних лет показано, что в патогенезе ряда заболеваний важная роль принадлежит окислительному стрессу, развивающемуся в результате дисбаланса между оксидантной и антиоксидантной системами. Истощение редокс системы глутатиона является одной из важных причин цитотоксических и деструктивных эффектов в клетках печени. В ряде исследований показано, что при жировой и высококалорийной нагрузке на организм происходит изменение пула глутатиона, активности глутатионзависимых ферментов. В связи с этим имеет большое значение изучение состояния системы глутатиона в механизме формирования неалкогольного стеатогепатита.

Цель.

Изучить состояние глутатионовой системы антиоксидантной защиты в гепатоцитах крыс в динамике формирования неалкогольного стеатогепатита (НАСГ).

Материалы и методы.

Объектом исследования стали 42 крысы-самца линии Вистар. Модель НАСГ формировалась гиперкалорийным гепатогенным рационом в течение 6 месяцев (Патент РФ № 2394281). Динамику изменений в системе глутатиона гепатоцитов крыс оценивали по 3-м периодам: 1 месяц (стадия стеатоза), 3 месяца (стадия стеатогепатита) и 6 месяцев (стадия фиброза). Выделены 4 группы крыс: 1 группа – контроль (14 крыс), 2 группа – группа стеатоза (10 животных), 3 группа – группа стеатогепатита (8 животных), 4 группа – группа фиброза (10 крыс). Состояние системы глутатиона в клетках печени оценивали по содержанию восстановленного глутатиона – ГЛ (метод Ellman), активности глутатионовых ферментов (глутатионредуктаза – ГР, глутатионпероксидаза – ГП) (Mills; Ramos-Martines, Torres).

Результаты.

Установлено, что при стеатозе в клетках печени крыс происходит значительное снижение уровня ГЛ, активности ГР, в то время как активность ГПО незначительно увеличивается. В стадии стеатогепатита по сравнению со стеатозом, наоборот, отмечается повышение показателей ГЛ и ГР, и снижение ферментативной активности ГПО. При формировании фиброза состояние системы глутатиона характеризовалось угнетением ферментативной активности ГР, соответствующим снижением доли ГЛ, активность ГПО остается без изменений.

Выводы.

Установлено, что в динамике формирования неалкогольного стеатогепатита имеет место угнетение антиоксидантной системы, о чем свидетельствует снижение показателей системы глутатиона. Редокс-система глутатиона испытывает избыточное напряжение и происходит ее истощение, т.е. она не справляется с повышенным уровнем свободно-радикального окисления, и сама подвергается инактивации, что в последующем является одной из основных причин избыточной активности перекисного окисления липидов. Дестабилизация системы глутатиона при формировании неалкогольного стеатогепатита может способствовать нарушению процессов адаптации и развитию необратимых деструктивных изменений в печени.

ACTIVITY OF THE GLUTATHIONE ANTIOXIDANT DEFENSE SYSTEM IN HEPATOCYTES IN EXPERIMENTAL MODELING OF NON-ALCOHOLIC STEATOHEPATITIS

Kovalevskii D., Denisenko Y., Novgorodtseva T.

Vladivostok branch of the Federal State Budget Scientific Institution "Far East Scientific Center for Physiology and Pathology of Respiration" - Scientific Research Institute of Medical Climatology and Rehabilitation, Vladivostok, Russia

<http://niivl.ru>

Introduction.

Recent studies have shown that oxidative stress, which develops as a result of an imbalance between the oxidative and antioxidant systems, plays an important role in the pathogenesis of a number of diseases. The depletion of the redox system of glutathione is one of the important causes of cytotoxic and destructive effects in liver cells. A number of studies have shown that with a fatty and high-calorie load on the body, a change in the glutathione pool, the activity of glutathione-dependent enzymes occurs. In this regard, the study of the state of the glutathione system in the mechanism of formation of non-alcoholic steatohepatitis is of great importance.

Purpose.

To study the state of the glutathione antioxidant defense system in rat hepatocytes in the dynamics of the formation of non-alcoholic steatohepatitis (NASH).

Materials and methods.

The object of the study was 42 male Wistar rats. The NASH model was formed by a hypercaloric hepatogenic diet for 6 months (RF Patent No. 2394281). The dynamics of changes in the rat hepatocyte glutathione system was evaluated according to 3 periods: 1 month (stage of steatosis), 3 months (stage of steatohepatitis) and 6 months (stage of fibrosis). Four groups of rats were distinguished: group 1 — control (14 rats), group 2 — steatosis group (10 animals), group 3 — steatohepatitis group (8 animals), group 4 — fibrosis group (10 rats). The state of the glutathione system in liver cells was evaluated by the content of reduced glutathione - GL (Ellman method), the activity of glutathione enzymes (glutathione reductase - GR, glutathione peroxidase - GP) (Mills; Ramos-Martines, Torres).

Results.

It was found that with steatosis in rat liver cells, there is a significant decrease in the level of GL, the activity of GR, while the activity of GPO increases slightly. In the stage of steatohepatitis compared with steatosis, on the contrary, there is an increase in GL and GR, and a decrease in the enzymatic activity of GPO. During the formation of fibrosis, the state of

the glutathione system was characterized by inhibition of the enzymatic activity of GR, a corresponding decrease in the proportion of GL, the activity of GPO remains unchanged.

Conclusion.

It was established that in the dynamics of the formation of non-alcoholic steatohepatitis there is an inhibition of the antioxidant system, as evidenced by a decrease in the performance of the glutathione system. The redox system of glutathione experiences excessive stress and its depletion occurs, i.e. it does not cope with an increased level of free radical oxidation, and itself undergoes inactivation, which subsequently is one of the main reasons for the excessive activity of lipid peroxidation. The destabilization of the glutathione system during the formation of non-alcoholic steatohepatitis can contribute to disruption of adaptation processes and the development of irreversible destructive changes in the liver.

МУЛЬТИЛОКУСНОЕ СИКВЕНС ТИПИРОВАНИЕ ШТАММОВ *LISTERIA MONOCYTOGENES*, ВЫДЕЛЕННЫХ ОТ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ, КАК ОДИН ИЗ ИНСТРУМЕНТОВ МОЛЕКУЛЯРНО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

**Псарева Е.К.¹, Егорова И.Ю.², Лискова Е.А.¹, Ражева И.В.¹, Гладкова Н.А.¹,
Соколова Е.В.¹, Журилов П.А.¹, Потемкин Е. А.¹, Чаленко Я.М.^{1,3},
Ермолаева С.А.¹**

**¹Нижегородский научно-исследовательский ветеринарный институт – филиал
Федерального государственного бюджетного научного учреждения
«Федеральный исследовательский центр вирусологии и микробиологии»,
Нижний Новгород, Россия**

**²Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Федеральный исследовательский центр вирусологии и микробиологии», п.
Вольгинский, Россия**

**³Национальный исследовательский центр эпидемиологии и микробиологии
имени почетного академика Н.Ф. Гамалеи, Москва, Россия.
E-mail: ekaterinapsareva@gmail.com**

Ранее листериоз было принято считать болезнью животных, однако за последние 30 лет *Listeria monocytogenes* приобрела весомое значение в структуре инфекционной патологии человека. Заболеваемость листериозом в Европе в 2011 году составляла 0,3–0,8 на 100 000 жителей. В настоящее время наблюдается положительная динамика. Государственная коллекция микроорганизмов ФГБУ ФИЦВиМ насчитывает более 670 изолятов *L. monocytogenes*. Нами были выбраны 32 штамма от крупного (КРС), мелкого рогатого скота (МРС), свиней и лошади, выделенные на территории бывшего СССР за последние 60 лет XX века.

Целью исследования являлось изучить популяцию *L. monocytogenes* методом мультилокусного сиквенс типирования (MLST), для выявления группы риска развития листериоза в природных и антропогенных очагах. Схема MLST включает детекцию 7 маркерных генов «домашнего хозяйства». При определенном наборе аллелей этих генов штамму присваивают сиквенс тип (ST). Сиквенс типы схожие по 6 аллелям генов объединяют в клональные комплексы (CC), которые входят в состав филогенетических линий, известных на сегодняшний день четыре (I-IV). В ходе исследования было выявлено 25 STs, которые относились к 7 CCs и принадлежали ко второй филогенетической линии (II). Информация по штаммам была депонирована в

международную базу данных The Institute Pasteur MLST. Штаммы, выделенные от КРС (n=11), принадлежали к 10 сиквенс типам: ST12, ST23, ST1536, ST1538 (CC7), ST124, ST1551 (CC124), ST177 (n=2), ST1542 (CC177), ST1545 (CC18) и ST1548 (CC101). Среди изолятов от МРС (n=12), было выявлено также 10 других сиквенс типов: ST7 (n=3), ST85, ST1534, ST1537, ST1540 (CC7), ST21 (CC21), ST101 (CC101), ST481 (CC18), ST1549 (CC307) и ST1552 (CC124). Обнаруженные сиквенс типы среди штаммов, выделенных от свиней (n=8) были различные: ST7 (n=3), ST23, ST519, ST1535, ST1541 – и все принадлежали к CC7, за исключением одного ST1544 (CC18). Один штамм, выделенные от лошади принадлежал к ST106 (CC7).

Анализ многолетней динамики листериоза свидетельствует о том, что в период отчужденности Советского Союза циркулировал возбудитель, принадлежащий к клональному комплексу CC7. Полученные данные подтверждают представление о том, что данный тип с высокой степенью вероятности мог вызывать заболевание у людей. Результаты принадлежности всех исследованных изолятов ко II филогенетической линии позволяют сделать вывод о необходимости дальнейшего изучения и мониторинга современного состояния природных и антропоургических очагов, чтобы исключить занос более вирулентных штаммов *L. monocytogenes*, принадлежащих к I филогенетической линии, которые широко распространены на территории Европы.

THE MULTILOCUS SEQUENCE TYPING OF LISTERIA MONOCYTOGENES STRAINS FROM AGRICULTURAL ANIMALS IS ONE OF THE MOLECULAR-EPIDEMIOLOGICAL ANALYSIS METHOD

Psareva E.¹, Egorova I.², Liskova E.¹, Razheva I.¹, Gladkova N.¹, Sokolova E.¹, Zhurilov P.¹, Potemkin E.¹, Chalenko Y.^{1,3}, Ermolaeva S.¹

¹Nizhny Novgorod Research Veterinary Institute—Branch of Federal Research Center for Virology and Microbiology, Nizhny Novgorod, Russia

²Federal Research Center for Virology and Microbiology, Volginsky, Russia

³N.F. Gamaleya Federal Research Centre of Epidemiology and Microbiology, Moscow, Russia

E-mail: ekaterinapsareva@gmail.com

Earlier, Listeriosis was considered to be an infectious disease of animals, but *Listeria monocytogenes* has obtained significant importance in human infectious pathology, over the past 30 years. In 2011, the annual incidence of listeriosis ranges from 0.3 to 0.8 cases per 100,000 populations in the Europe. Currently, there is a positive trend. The National Collection of the Federal Research Center for Virology and Microbiology (Volginsky, Russia) has a 670 *L. monocytogenes* strains. We selected 32 strains from cattle, small ruminants, pigs and horse isolated in the former USSR over the past 60 years of the 20th century.

The research aim was to study the *L. monocytogenes* population by multilocus sequence typing (MLST) to identify the risk group for the development of listeriosis in natural and anthropurgic focus. The MLST scheme includes the detection of 7 "housekeeping" genes. A specific profile of these genes alleles establish the strain sequence type (ST). Sequence types similar in 6 alleles of genes are combined into clonal complexes (CC). These clonal groups are part of four well-known phylogenetic lineages (I-IV) today. During the study, 25 STs were identified that belonged to seven CCs and belonged to the II phylogenetic lineages. The strains information was deposited in the international database The Institute Pasteur MLST. The strains isolated from cattle (n = 11) belonged to ten sequence types: ST12, ST23,

ST1536, ST1538 (CC7), ST124, ST1551 (CC124), ST177 (n = 2), ST1542 (CC177), ST1545 (CC18) and ST1548 (CC101). Among the isolates from small ruminants (n = 12), ten other sequence types were also identified: ST7 (n = 3), ST85, ST1534, ST1537, ST1540 (CC7), ST21 (CC21), ST101 (CC101), ST481 (CC18), ST1549 (CC307) and ST1552 (CC124). The sequence types found among the strains isolated from pigs (n = 8) were different: ST7 (n = 3), ST23, ST519, ST1535, ST1541 - and all belonged to CC7, with the exception of one ST1544 (CC18). One strain isolated from the horse belonged to ST106 (CC7).

The listeriosis long-term dynamics analysis showed that in the closed Soviet Union period, a pathogen belonging to the CC7 clonal complex circulated. The data obtained confirm the idea that this type could cause disease in humans with a high degree of probability. Since all researched strains belong to the II phylogenetic lineage, we can conclude that further study and monitoring of the natural and anthropogenic focus current state is necessary. This is required to exclude the introduction of more virulent *L. monocytogenes* strains belonging to the I phylogenetic lineage, which are widespread in Europe.

ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ КИКБОКСЕРОВ ВЫСОКОЙ КВАЛИФИКАЦИИ В РАЗДЕЛЕ К-1

Турманидзе В.Г., Фоменко А.А., Салугин Ф.В.

**Омский государственный университет имени Ф.М. Достоевского, Омск,
Россия**

E-mail: turmanidze-valer@yandex.ru, fom7@mail.ru, saluginfil@mail.ru

На современном этапе соревновательная деятельность кикбоксеров высокой квалификации предъявляет повышенные требования к функционированию их ЦНС, что выражается в необходимости поддержания высоких значений устойчивости и концентрации внимания, психомоторной выносливости, восприятия информации, нивелирования сенсорного утомления и напряжения ключевых систем организма.

Особого внимания заслуживает изучение динамики функционирования ЦНС бойцов, специализирующихся в разделе К-1, где соревновательная деятельность характеризуется интенсивным воспроизведением ударной техники с нанесением максимального урона противнику при усиленной реализации скоростно-силовых параметров и специальной силовой выносливости.

Целью исследования явилось определение особенностей функционирования ЦНС кикбоксеров высокой квалификации, выступающих в разделе К-1, на основе анализа показателей их психофизиологического статуса.

Контингент исследуемых лиц составили юноши-кикбоксеры квалификации МСМК и МС в возрасте 19-23 лет, находящиеся в расположении сборной России. Тестирование психофизиологических параметров выполнено при использовании АПК "Спортивный психофизиолог" в условиях учебно-тренировочного сбора при подготовке к первой Европейской универсиаде боевых искусств, проведенной с 31 июля по 3 августа 2019 года в городе Загреб, Хорватия. Функционирование ЦНС спортсменов оценивалось в динамике воспроизведения тренировочной нагрузки скоростно-силового характера с элементами интервальной вариации заданий.

В ходе исследования выявлена специфическая реакция ЦНС кикбоксеров в ответ на вышеизложенную нагрузку. Результаты свидетельствуют о достоверном ($p < 0,05$) улучшении простой зрительно-моторной реакции на визуальный объект ($361,8 \pm 51,3$ мс и

286,0±27,6 мс, до и после нагрузки, соответственно) на звуковой сигнал (522,0±43,9 мс и 458,5±29,4 мс), сложной зрительно-моторной реакции в момент выбора (463,0±41,6 мс и 396,7±32,9 мс). Данный факт подчеркивает, что осуществление этой тренировочной нагрузки косвенно, но оперативно усиливает интегральные характеристики высшей нервной деятельности и функциональное состояние нервной системы кикбоксеров, которые выступают в разделе К-1.

Оценка воспроизведения визуальных и аудиальных объектов указывает на достоверный ($p < 0,05$) прирост доли ошибки в тестирующих упражнениях после выполнения тренировочной нагрузки. В частности, отмечено снижение качества воспроизведения светового временного интервала (8,5±3,2% и 15,0±6,1%), оценки величины предъявляемых отрезков (9,0±2,6% и 18,5±5,2%), отмеривания отрезков (9,5±4,1% и 33,2±10,7%), величины заданных углов (18,6±6,9% и 53,3±18,4%). Из полученных результатов видно, что воплощение нагрузки приводит к утомлению сенсорных систем и косвенно снижает успешность восприятия пространственно-временной структуры деятельности до восстановления систем организма.

Таким образом, систематическое выполнение скоростно-силовой нагрузки с элементами интервальной вариации заданий усиливает готовность кикбоксеров раздела К-1 к ведению высокоинтенсивного боя. Функционирование ЦНС бойцов отличается улучшением времени реакции и снижением качества воспроизведения объектов, что следует учитывать для повышения их компенсаторных способностей.

FEATURES OF FUNCTIONING OF THE CENTRAL NERVOUS SYSTEM OF HIGH QUALIFICATION KICKBOXERS IN SECTION K-1

Turmanidze V., Fomenko A., Salugin Ph.

Dostoevsky Omsk State University, Omsk, Russia

E-mail: turmanidze-valer@yandex.ru, fom7@mail.ru, saluginfil@mail.ru

At the present stage, the competitive activity of highly qualified kickboxers places high demands on the functioning of their central nervous system, which is expressed in the need to maintain high values of stability and concentration of attention, psychomotor endurance, perception of information, leveling of sensory fatigue and tension of key body systems.

Of particular note is the study of the dynamics of the central nervous system functioning of fighters specializing in the K-1 section, where competitive activity is characterized by intensive reproduction of shock equipment with maximum damage to the enemy with enhanced implementation of speed-power parameters and special power endurance.

The aim of the study was to determine the features of the functioning of the central nervous system of highly qualified kickboxers acting in section K-1, based on an analysis of indicators of their psychophysiological status.

The contingent of the studied individuals consisted of kickboxers of qualification MSMK and MS at the age of 19-23 years, located in the Russian national team. The testing of psychophysiological parameters was performed using the hardware and software complex "Sports Psychophysiologicalist" in the conditions of a training camp in preparation for the first European Universiade of Martial Arts, held from July 31 to August 3, 2019 in Zagreb, Croatia. The functioning of the central nervous system of athletes was evaluated in the dynamics of reproducing a training load of a speed-strength nature with elements of interval variation of tasks.

The study revealed a specific reaction of the central nervous system of kickboxers in response to the above load. The results indicate a significant ($p < 0.05$) improvement in a simple visual-motor reaction to a visual object (361.8 ± 51.3 ms and 286.0 ± 27.6 ms, before and after loading, respectively) on an audio signal (522.0 ± 43.9 ms and 458.5 ± 29.4 ms), a complex visual-motor reaction at the time of selection (463.0 ± 41.6 ms and 396.7 ± 32.9 ms). This fact emphasizes that the implementation of this training load indirectly, but quickly enhances the integrated characteristics of higher nervous activity and the functional state of the nervous system of kickboxers in section K-1.

Evaluation of the reproduction of visual and auditory objects indicates a reliable ($p < 0.05$) increase in the proportion of errors in testing exercises after the training load. In particular, a decrease in the quality of reproduction of the sound time interval (8.5 ± 3.2 % and 15.0 ± 6.1 %), an estimate of the magnitude of the presented segments (9.0 ± 2.6 % and 18.5 ± 5.2 %), measuring the segments (9.5 ± 4.1 % and 33.2 ± 10.7 %), the values of the given angles (18.6 ± 6.9 % and 53.3 ± 18.4 %). From the results obtained, it can be seen that the embodiment of the load leads to fatigue of sensory systems and indirectly reduces the success of the perception of the spatio-temporal structure of activity before the restoration of body systems.

Thus, the systematic execution of speed-power load with elements of interval task variation enhances the preparedness of kickboxers of the K-1 section to conduct high-intensity combat. The functioning of the central nervous system of fighters is characterized by an improvement in reaction time and a decrease in the quality of reproduction of objects, which should be taken into account to increase their compensatory abilities.

ИЗУЧЕНИЕ ПОТРЕБЛЕНИЯ БЕЛЬЯ И ОДЕЖДЫ В УСЛОВИЯХ 520-СУТОЧНОЙ ИЗОЛЯЦИИ В ХОДЕ ЭКСПЕРИМЕНТА ПО ПРОЕКТУ «МАРС-500»

Шумилина И.В.

**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Государственный научный центр Российской Федерации - Институт медико-биологических проблем РАН, Москва, Россия
E-mail: ishumilina@mail.ru**

На современном этапе до сих пор остаются нерешенными вопросы, связанные с оснащением космических кораблей и орбитальных станций оборудованием для выполнения космонавтами водных процедур, а также проведением гигиенической обработки (очистки, стирки и сушки) белья, одежды и гигиенических средств из текстильных материалов, входящих в систему жизнеобеспечения экипажей.

В ходе эксперимента по проекту «Марс-500» проводился мониторинг применения средств личной гигиены (СЛГ), белья и одежды в условиях 520-суточной изоляции с учетом существующих в настоящее время норм их расходования в условиях космического полета на Международной космической станции (МКС) и было получено свыше 200 заполненных анкет-опросников, которые позволили осуществить оценку весовых характеристик запасов одежды, белья, СЛГ, необходимых для осуществления полета на Марс.

Основные результаты исследований показали эффективность системы санитарно-гигиенического обеспечения и ее функциональную значимость.

Для поддержания гигиенического комфорта во время 520-суточного эксперимента экипажу из 6 человек понадобилось более 2000 кг нательного и постельного белья,

полотенец, СЛГ, предметов туалета, а также средств для поддержания чистоты в объекте. Проведенные исследования свидетельствуют, что для условий невесомости требуется специальная разработка оборудования для принятия душа, проведения санитарно-гигиенических процедур, регенерации санитарно-гигиенической воды, а также разработка стиральной и стирально-сушильной техники совместимой с системами жизнеобеспечения, а при создании «космической одежды» особое внимание необходимо уделять подбору материалов с учетом, в том числе, полученных результатов.

INVESTIGATIONS OF UNDERWEAR AND GARMENT USING UNDER CONDITIONS OF 520-DAY ISOLATION DURING THE MARS-500 PROJECT

Shumilina I.

Federal State Budgetary Institution of Science - State Research Center of the Russian Federation-Institute for Biomedical Problems of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia
E-mail: ishumilina@mail.ru

Issues related to support of spacecraft and orbital stations with equipment for cosmonauts to carry out water procedures, as well as carrying out hygienic processing (cleaning, washing and drying) of underwear, garment and hygiene means from textile materials included in the Life Support System of crews are unresolved at the present stage till now.

During the Mars-500 project was carried out control of using of personal hygiene means, underwear and garment under conditions of 520-day isolation was monitored taking into account the current standards for their use in space flight conditions on the International Space Station (ISS) and was received more than 200 completed questionnaires, which made it possible to assess the weight characteristics of the stocks of clothing, underwear, and personal hygiene means needed for a flight to Mars.

The main research results showed the efficiency of the Sanitary-Hygienic Support System and its fundamental significance.

During the 520-day experiment, the crew of 6 people needed more than 2000 kg of underwear, bed clothes, towels, personal hygiene means, toilet articles for support of hygienic comfort, as well as means to support of cleanliness in the facility. Studies show that for zero-gravity conditions, special equipment is needed for taking a shower, carrying out sanitary and hygienic procedures, regenerating of sanitary water, as well as developing washing and washing and drying equipment compatible with Life Support Systems, and creating "space clothing" special attention should be paid to the selection of materials taking into account, inter alia, the obtained results of this investigation.

МЕТАМАТЕРИАЛ НА ОСНОВЕ ОКСИДОВ ЦИРКОНИЯ И АЛЮМИНИЯ ДЛЯ БИОМЕДИЦИНСКИХ ПРИМЕНЕНИЙ: ПОЛУЧЕНИЕ И ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ

Кульков С.Н., Буяков А.С., Кульбакин Д.Е., Казанцев И.Б., Цуканов А.И.
ИФПМ СО РАН, Томский госуниверситет, Медклиника
E-mail: kulkov@ms.tsc.ru

Изучена пористая керамика, спеченная из нанопорошков, полученных плазмохимическим синтезом с пористостью до 75 %. Цель работы – исследование уплотнения, структуры и механических свойств.

Показано, что структура керамики представляет систему ячеек и стержневых элементов, которые сформированы за счет пустотелых частиц. Имеется три вида пор: большие ячейки, малые межчастичные поры и микропоры сформированные по границам нанокристаллитов.

Размер ячеек много больше толщины стенок, а увеличение пористости сопровождается уменьшением размеров пор и размеров зерна керамики.

Диаграммы «напряжение-деформация» для керамики с пористостью более 20% имеют нелинейный характер и близки к кривым нагружения природной кости, что перспективно для создания материалов для остеоимплантации.

Полученные материалы уже проходят клинические испытания для реконструктивной микрохирургии челюстно-лицевой области при онкологических заболеваниях.

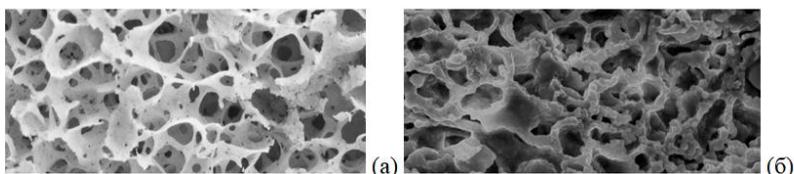


Рисунок 1 – Строение трабекулярной кости (а) и керамики (б).

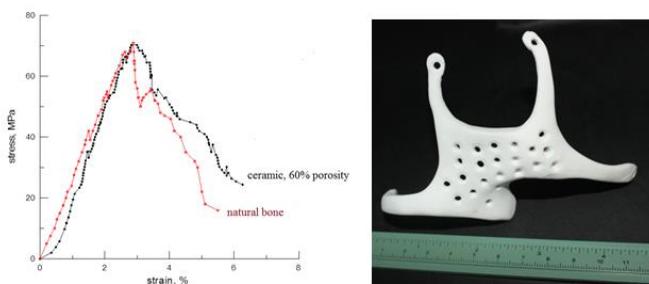


Рисунок 2 – Механические характеристики трабекулярной кости и керамики (а) и имплантат (б) из керамики для реконструкции верхней челюсти и скуло-орбитального комплекса.

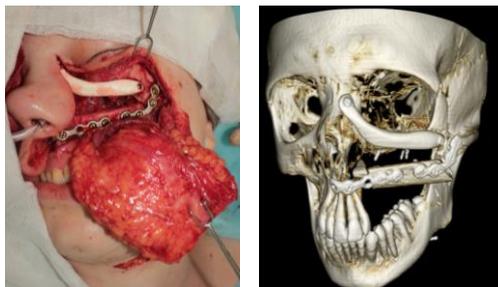


Рисунок 3 – Интраоперационные фотографии. На область дефекта костных структур верхней челюсти и скуло-орбитального комплекса слева установлен имплантат из керамики, который повторяет все анатомические контуры реконструируемой области. Места крепления имплантата: скуловая кость, скуловой отросток лобной кости, кости носа и альвеолярный отросток верхней челюсти справа.

ZIRCONIA/ ALUMINA META-MATERIAL FOR BIOMEDICAL APPLICATIONS: EXPERIENCE FOR SINTERING AND REAL PRACTICE

Kulkov S., Buyakov A., Kulbakin D. and Kazantsev I., Tsukanov A.
**Institute of Strength Physics and Material Sciences RAS, Tomsk State University
and Medical clinic**
E-mail: kulkov@ms.tsc.ru

It has been studied a porous ceramics sintered from nanopowders obtained by plasma spray technique. The porosity of ceramic was up to 75 %. The aim of the work is the investigation of densification, structure and mechanical properties of materials based on zirconia-based powders produced by plasma spray synthesis and sintered at different temperatures.

It has been shown that structure of the sintered ceramic has a system of cell and rod elements. These structures formed by stacking hollow powder particles. There were three types of pores in ceramics: large cellular hollow spaces, small interparticle pores which are not filled with powder particles and the smallest pores in the shells of cells. The cells generally did not have regular shapes.

The size of the interior of the cells many times exceeded the thickness of the walls which was a single-layer packing grains. The increase of the pore space in the ceramics was accompanied by the decrease of the average size of voids inside the cells and the average grain size.

The stress-strain diagrams for ceramics with porosity higher than 20 % are non-linear, and sintered ceramic with a high porosity has a very similar behavior as compare with natural bone and can be used as perspective material for bone replacement.

These material already used for real medical practice. The application of the developed method of ceramic frame prelamination in microsurgical flaps can be widely used in reconstructive and plastic surgery of complex anatomical defects.

РАЗВИТИЕ ПРАВОВОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ГЕНОМНОЙ ТЕРАПИИ В РОССИИ И ХОРВАТИИ

Васильев С.А.

**Севастопольский государственный университет, Севастополь, Россия
E-mail: mnogoslov@mail.ru**

Геномные исследования в медицинской деятельности активно развиваются в большинстве стран мира. В Хорватии давно применяют методы геномной терапии для лечения различных заболеваний. При этом на территории данного государства активно развиваются неинвазивные перенатальные исследования для предотвращения заболеваний на ранних стадиях беременности, что является практически общемировой тенденцией. Кроме того, в Университетской больнице Меркура в городе Загребе активно применяется и модернизируется практика лечения хронического лимфолейкоза (B-CLL). Разработки хорватских медиков позволили сократить время проведения медицинского вмешательства, использование химиотерапии, а в планах полностью нивелировать какое-либо негативное воздействие на будущие поколения пациентов. При этом Хорватия многими учеными отмечается как одна из самых преуспевающих стран в области геномных исследований в Центральной и Восточной Европе. Во многом такая ситуация обусловлена нормативным правовым регулированием, которое позволяет врачам и ученым свободно проводить такого рода исследования.

В России, не смотря на успехи отечественных медиков и клиницистов, данная сфера урегулирована не в полном объеме, закрепив в законодательстве только самые общие принципы. Однако геномная инженерия продолжает свое развитие, а вместе с ней и правовое регулирование. Так, в настоящее время рассматриваются предложения о дополнении Федерального закона «О персональных данных» положениями о регламентации диагностики и редактирования генома человека. Также в России действует План мероприятий («дорожная карта») «Развитие биотехнологий и геномной инженерии» на 2018 - 2020 годы, предполагающий принятие нормативных актов в данной сфере, однако пока информации об их действии нет.

России целесообразно учесть опыт Хорватии в части предоставления большей свободы действий генетиков и медиков в том случае, когда цели таких людей направлены на оздоровление человека. Это позволит позитивным образом развивать высокотехнологичную медицину, а главное – помогать людям, нуждающимся в качественном и эффективном лечении.

DEVELOPMENT OF LEGAL REGULATION OF GENOMIC THERAPY IN RUSSIA AND CROATIA

Vasiliev S.

**Sevastopol State University, Sevastopol, Russia
E-mail: mnogoslov@mail.ru**

Genomic research in medical activity is actively developing in most countries of the world. In Croatia, methods of genomic therapy have long been used to treat various diseases. At the same time, non-invasive prenatal studies are actively developing in the territory of this state to prevent diseases in the early stages of pregnancy, which is an almost global trend. In addition, the practice of treatment of chronic lymphocytic leukemia (B-CLL) is actively used

and modernized at the University Hospital of Mercury in the city of Zagreb. The development of Croatian doctors has reduced the time for medical intervention, the use of chemotherapy, and plans to completely neutralize any negative impact on future generations of patients. At the same time, Croatia is noted by many scientists as one of the most successful countries in the field of genomic research in Central and Eastern Europe. In many ways, this situation is due to normative legal regulation, which allows doctors and scientists to freely conduct this kind of research.

In Russia, in spite of the successes of domestic doctors and clinicians, this area is not fully regulated, fixing only the most general principles in the legislation. However, genomic engineering continues its development, and with it legal regulation. So, proposals to supplement the Federal Law "On Personal Data" with provisions on regulation of the diagnosis and editing of the human genome are currently being considered. Russia also has an Action Plan ("roadmap") "Development of Biotechnologies and Genetic Engineering" for 2018 - 2020, which envisages the adoption of regulatory acts in this area, but so far there is no information on their effect.

It is advisable for Russia to take into account the experience of Croatia in terms of providing greater freedom of action for geneticists and physicians when the goals of such people are aimed at improving the health of a person. This will allow us to develop high-tech medicine in a positive way, and most importantly, to help people who need high-quality and effective treatment.

НОВЫЕ ПРОИЗВОДНЫЕ ЦИСПЛАТИНА, ПОЛИМЕРНЫЕ ЧАТИЦЫ НА ИХ ОСНОВЕ И ИХ ПРОТИВООПУХОЛЕВАЯ АКТИВНОСТЬ

Фомичева М.В.¹, Подругина Т.А.², Никольская Е.Д.¹, Жунина О.А.¹, Яббаров Н.Г.¹
¹Всероссийский научный центр молекулярной диагностики и лечения, Москва, Россия

²Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Москва, Россия

E-mail: marvint@inbox.ru, podrugina@mail.ru

Одним из важнейших событий в области химиотерапии опухолей в 80-е годы XX столетия стало применение препаратов платины. Препараты платины и сейчас остаются базовым компонентом большинства схем комбинированной химиотерапии опухолей, несмотря на такие серьезные ограничения как тяжелые побочные эффекты этих препаратов и быстрое формирование резистентных к ним популяций опухолевых клеток.

Для улучшения терапевтических свойств препаратов платины, снижения общей токсичности и создания эффективных в отношении резистентных опухолевых клеток, может быть использован синтез аналогов платиновых препаратов. В качестве одного из способов увеличения селективности действия, биодоступности и, как следствие, эффективности используемых препаратов платины является создание полимерных частиц на их основе из биodeградируемого сополимера молочной и гликолевой кислот (PLGA). Включение лекарственных веществ в полимерные частицы позволяет увеличить их эффективность, а также невелировать побочное действие за счет снижения кратности приема, что обусловлено пролонгированным действием полимерных частиц.

Под руководством к.х.н. Подругиной Т.А. в лаборатории органического синтеза кафедры медицинской химии и тонкого органического синтеза Химического факультета МГУ были синтезированы производные цисплатина. Был проведен анализ

функциональной активности соединений на базе ОАО ВНЦМДЛ, после чего были созданы полимерные формы с наиболее перспективными кандидатными молекулами. Анализ цитотоксической активности проводили в диапазоне концентраций от 3.125 мкМ до 100 мкМ в триплетах с помощью МТТ-теста в отношении клеток линии А549 (немелкоклеточная карцинома легкого человека): (Kpt3 – 34.2; Kpt4 – 79.3; Kpt5 – 3.25; карбоплатин – 39.7 мкМ), в отношении клеток линии Н69 (мелкоклеточная карцинома легкого человека): (Kpt3 – 63.2; Kpt4 – 70.4; Kpt5 – 3.1; карбоплатин – 70.2 мкМ).

В результате включения производных платины в полимерную матрицу были получены полимерные частицы, обладающие необходимыми физико-химическими параметрами, такими как размер (180 нм), заряд (дзета-потенциала) -22 мВ и профиль релиза. Далее был проведен анализ цитотоксической активности полученной полимерной формы в отношении опухолевых клеток линии А549 в сравнении с коммерчески доступными субстанциями (карбоплатин, цисплатин) и производными в свободной форме. Наибольшей эффективностью (в 12 раз эффективнее карбоплатина и в 2 раза эффективнее соединения Kpt5) обладали полимерные частицы, содержащие производное Kpt5.

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о высокой противоопухолевой активности новых синтезированных аналогов платины, а также полученных полимерных форм по сравнению со свободными субстанциями и коммерчески доступными препаратами сравнения. Также было отмечено наличие пролонгированного действия, что может позволить в дальнейшем снизить неспецифическую токсичность препарата и оптимально подобрать режим дозирования.

NEW CISPLATIN DERIVATIVES, POLYMERIC PARTICLES ON THEIR BASIS AND THEIR ANTITUMOR ACTIVITY

Fomicheva M.¹, Podrugina T.², Nikolskaya E.¹, Zhunina O.¹, Yabbarov N.¹

¹Russian research center of molecular diagnostics & therapy, Moscow, Russia

²Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

E-mail: marvint@inbox.ru, podrugina@mail.ru

One of the most important events in the field of tumor chemotherapy in the 80s of past century was the discovery of platinum-based drugs. Platinum drugs remain the basic component of most chemotherapy schemes in antitumor treatment, despite such serious limitations as severe side effects and the rapid formation of resistant tumor cell populations.

To improve the therapeutic properties of platinum drugs, reduce nonspecific toxicity and elaborate drugs, which are effective against resistant tumor cells, the synthesis of platinum analogues can be employed. One of the ways to increase selectivity, bioavailability and effectiveness of the platinum drugs, is formulation of drug loaded polymer particles based on biodegradable copolymer of lactic and glycolic acids (PLGA). The drug incorporation into polymer particles can increase their effectiveness, as well as reduce side effects by reducing the frequency of administration, due to the prolonged half-life of drug used.

Three cisplatin derivatives were synthesized in the Podrugina T. laboratory of organic synthesis at the Department of Medical Chemistry and Fine Organic Synthesis of the Chemistry Faculty of Moscow State University. Cytotoxicity of the compounds synthesized was assessed by MTT analysis in a concentration range 3.125 μ M to 100 μ M. IC50 values of carboplatin, Kpt3, Kpt4 and Kpt5 against A549 cells were 34.2 μ M, 79.3, 3.25 μ M and 39.7 μ M

respectively. IC50 values of carboplatin, Kpt3, Kpt4 and Kpt5 against H69 cells were 63.2 μM , 70.4, 3.1 μM and 70.2 μM respectively.

Further the most active derivative Kpt5 was loaded into PLGA matrix. Formulated nanoparticles possessed the following parameters: size (180 nm), charge (zeta potential) -22 mV and prolonged Kpt5 release profile. Evaluation of cytotoxic activity of Kpt5 loaded PLGA nanoparticles revealed 12-fold cytotoxicity increment in comparison with carboplatin. Simultaneously, Kpt5 loaded nanoparticles were 2 times more toxic against A549 cells in comparison with Kpt5 substance.

The data obtained revealed prolonged release profile and high in vitro antitumor activity of the newly synthesized platinum analog Kpt5 and Kpt5 loaded PLGA nanoparticles in comparison with commercially available carboplatin.

СРАВНЕНИЕ ДВУХ ХРОМАТОГРАФИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ РЕКОМБИНАНТНЫХ МОНОКЛОНАЛЬНЫХ АНТИТЕЛ В КУЛЬТУРАЛЬНОЙ ЖИДКОСТИ

Аскретков А.Д., Шаталов Д.О.

МИРЭА - Российский технологический университет г. Москва, Россия

E-mail: sashamitxt@gmail.com

Аннотация

В работе проводится экспериментальное сравнение двух хроматографических методов для определения концентрации рекомбинантных моноклональных антител в культуральной жидкости.

Введение

Анализ концентрации рекомбинантных моноклональных антител в культуральной жидкости имеет чрезвычайно важное значение, как в процессе разработки технологии культивирования, так и в рутинном производстве. Наиболее широко для решения данной задачи применяются хроматографические методы, ввиду их экспрессности, специфичности и воспроизводимости.

Целью данной работы являлось сравнение двух аналитических методов определения концентрации рекомбинантных моноклональных антител в культуральной жидкости методом аффинной и обращенно-фазовой (ОФ) хроматографии и их валидация.

Экспериментальная часть

Эксперименты проводились на ВЭЖХ системе Dionex Ultimate 3000, оснащенной диодно-матричным детектором. Для ОФ хроматографии использовалась колонка YMC Pack ODS-AQ 300 Å. 250*4,6 мм, 5 мкм и TSKgel Protein A-5PW - для аффинной хроматографии. Культуральную жидкость использовали от производства трех моноклональных антител – Экулизумаб, Адалimumаб и Инфликсимаб. Экспериментальная работа проводилась в ООО «Фармапарк».

Результаты

Для ОФ наиболее оптимальной оказалась система, состоящая из воды очищенной с добавкой 0,1 % трифторуксусной кислоты (элюент А) и элюента Б – смеси ацетонитрил/изопанол 80/20 с температурой колонки 70 °С и градиентной программой от 10 до 70 % элюента Б в течение 17 минут. Детекция осуществлялась при 214 нм. Для аффинной хроматографии наиболее оптимальной оказалась система, состоящая из фосфатного-буферного раствора (ФБР) pH 7,5 и элюента Б – 18 мМ хлористоводородной кислоты. Программа элюирования состояла из 2 минутной промывки ФБР после

инъекции образца с последующей двухминутной смывкой 100 % элюентом Б и рекондиционированием колонки. Детекция осуществлялась при 280 нм. Для культуральной жидкости всех трех рекомбинантных моноклональных антител результаты обоих хроматографических методов имели значения сопоставимые между собой и с данными, полученными другими методами – ИФА, биослойная интерферометрия. Аналитический диапазон методик составлял 0,1 – 4 мг/мл для аффинной и 0,05 – 0,5 мг/мл для ОФ хроматографии, а пределы количественного определения – 0,05 и 0,02 мг/мл, соответственно. Значения среднеквадратичного отклонения повторяемости и внутрिलाбораторной прецизионности не превышали 4 % для обоих методов. Следует отметить, что несмотря на большее время анализа, ОФ хроматография позволяла оценить неполную сборку молекулы антитела или наличие свободных цепей в культуральной жидкости, что может быть важно в процессе разработки технологии культивирования.

COMPARISON OF TWO CHROMATOGRAPHIC METHODS TO DETERMINE RECOMBINANT MONOCLONAL ANTIBODY CONCENTRATION IN CELL CULTURE MEDIA

Askretkov A., Shatalov D.

MIREA - Russian technological university Moscow, Russia

E-mail: sashamitxt@gmail.com

Abstract

Comparison of two chromatographic methods to determine recombinant monoclonal antibody concentration in cell culture media is carried out in this paper

Introduction

Recombinant monoclonal antibody concentration determination is of great importance for upstream technology development as well as for routine manufacturing of production. Mostly, to achieve that task chromatographic methods are employed, due to their quickness, specificity and reproducibility

The aim of current paper is to compare two chromatographic methods – affinity and reverse-phase chromatography to determine recombinant monoclonal antibody concentration in cell culture and carry out validation of both methods.

Experimental

All experiments were carried out using Dionex Ultimate 3000 HPLC system equipped with diode-array detector. YMC Pack ODS-AQ 300 Å. 250*4,6 mm, 5 um and TSKgel Protein A-5PW HPLC columns were used for reverse-phase and affinity chromatography, respectively. Cell culture media used were from manufacturing of three monoclonal antibodies – Eculizumab, Adalimumab and Infliximab. All experimental work was carried out at LLC "Pharmapark".

Results

Solvent system consisting of water with 0,1% of trifluoroacetic acid as eluent A and acetonitrile/isopropanol mixture 80/20 (v/v) as eluent B, with column temperature at 70 °C proved the most optimal for analysis with gradient program from 10 % to 70 % of eluent B for 17 minutes. Detection was carried out at 214 nm to achieve higher sensitivity. The best result for affinity chromatography was achieved using phosphate buffer at pH 7,5 as eluent A and 18 mM hydrochloric acid as eluent B. Elution program used was – 100 % eluent A for 2 minutes after sample injection with subsequent two-minute flush of absorbed protein with 100

% eluent B and further column reconditioning to initial conditions. Column effluent was detected at 280 nm. Both developed methods gave the similar results of protein content in all three cell culture media. Obtained results was also quite similar to those obtained with ELISA or bio-layer interferometry. Analytical range of methods was 0,05 – 0,5 mg/ml for reverse phase and 0,1 – 4 mg/ml for affinity chromatography. Limits of detection were 0,05 and 0,02 mg/ml for affinity and reverse phase methods, respectively. It should be noted, that detection of affinity column eluate at 214 nm allowed to improve sensitivity of method to 0,01 mg/ml, but usually such low concentrations are not of interest for current state of upstream technology. Relative standard deviation values for repeatability and intermediate reproducibility didn't exceed 4 % limit for both methods. It should be noted that reverse-phase chromatography method allowed us to determine incompletely assembled antibody and presence of light and hard chains of antibody in cell culture media. That advantage of reverse-phase chromatographic method, could be important during clone selection and upstream technology development, despite its longer analysis time.

ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ КУЛЬТУР ВСЕРОССИЙСКОЙ КОЛЛЕКЦИИ МИКРООРГАНИЗМОВ В БИОТЕХНОЛОГИИ. МИКРОБНЫЕ БИОСЕНСОРЫ

Кувичкина Т.Н., Капаруллина Е.Н., Доронина Н.В., Решетилов А.Н.
Институт биохимии и физиологии микроорганизмов им. Г.К. Скрябина, ФГБУН
«ФИЦ «ПНЦБИ РАН», г. Пущино Московской обл., Россия
E-mail: kuv@ibpm.pushchino.ru

Аэробные культуры Всероссийской коллекции микроорганизмов могут быть применимы в биотехнологии в качестве основы биорецепторов амперометрических микробных биосенсоров. В наших исследованиях были использованы бактерии, актинобактерии и дрожжи. Культуры выращивали при глубинном культивировании в периодических условиях в колбах на качалке. Выращенную биомассу отделяли центрифугированием, ресуспендировали. Аликвоту полученной суспензии помещали на носитель, в качестве которого использовали хроматографическую стеклумагу (иммобилизация методом физической адсорбции). Полученные таким образом иммобилизованные на носителе клетки микроорганизмов составляли биорецептор, который фиксировали на измерительной поверхности кислородного электрода типа Кларка («Кронас», Россия). Максимальная скорость изменения выходного сигнала dI/dt (нА/с) была связана пропорциональной зависимостью со скоростью изменения концентрации потреблённого микроорганизмами кислорода.

Метилотрофные бактерии *Methylobacterium extorquens* ВКМ В-2067, *Methylophilus musalis* ВКМ В-2646, *Paracoccus kondratievae* ВКМ В-2222, *Paracoccus simplex* ВКМ В-3226 имеют ферментные системы, окисляющие метиламин с потреблением молекулярного кислорода. При использования штамма *Methylophilus musalis* ВКМ В-2646 в качестве основы биорецептора диапазон определения метиламина составлял 4 – 250 мкМ. Долговременная стабильность составляла 5 суток. Бактериальный штамм *Chelativorans oligotrophicus* ВКМ В-2395 был использован в качестве биорецептора как для определения этилендиаминтетраацетата (ЭДТА), так и для диэтилентриаминпентаацетата (ДТПА). Предел определения ЭДТА составлял 0.125 Мм; долговременная стабильность сохранялась в течение 4 недель. Предел определения ДТПА составлял 0,500 мМ; долговременная стабильность -- 3 суток. Актинобактерии *Rhodococcus wratislaviensis* ВКМ Ас-2631Д служили биорецептором для определения

динатриевой соли ортофталата. Нижний предел определения динатриевой соли ортофталата составил 0,5 мМ. Долговременная стабильность сохранялась в течение 3 суток.

Штамм метилотрофных дрожжей *Pichia angusta* ВКМ Y-2559 был использован в качестве биорецептора для определения метанола, Предел определения которого составлял 25 мкМ. Долговременная стабильность сохранялась в течение недели. На основе иммобилизованных клеток штамма дрожжей *Arxula adeninovorans* ВКМ Y-2676 создана лабораторная модель биосенсора для определения биологического потребления кислорода (БПК). Изучение субстратной специфичности показало, что наблюдался сигнал при введении в кювету такого компонента моющих средств как додецилсульфат натрия.

Подобраны пары «вещество–микроорганизм», для которых исследовано влияние некоторых низкомолекулярных органических веществ на дыхательную активность иммобилизованных микроорганизмов. Оценка содержания вещества микробным биосенсором не является высоко специфической, однако может быть применена для решения ряда аналитических задач.

POSSIBILITY OF APPLICATION OF CULTURES OF THE ALL-RUSSIAN COLLECTION OF MICRO-ORGANISMS IN BIOTECHNOLOGY. MICROBIAL BIOSENSORS

Kuvichkina T., Kaparullina E., Doronina N., Reshetilov A.

G.K. Scriabin Institute of Biochemistry and Physiology of Microorganisms, Federal State Budgetary Institution Scientific Research Center "Scientific Research Center for Biological Sciences RAS", Pushchino, Moscow Region, Russia

E-mail: kuv@ibpm.pushchino.ru

Aerobic cultures of the All-Russian collection of microorganisms can be used in biotechnology as the basis for bioreceptors of amperometric microbial biosensors. In our studies, bacteria, actinobacteria and yeast were used. The cultures were grown under deep cultivation under batch conditions in flasks on a rocking chair. The grown biomass was separated by centrifugation, resuspended. An aliquot of the resulting suspension was placed on a carrier, which was used chromatographic glass paper (immobilization by physical adsorption). The microbial cells thus immobilized on a carrier formed a bioreceptor, which was fixed on the measuring surface of a Clark type oxygen electrode (Kronas, Russia). The maximum rate of change of the output signal dI / dt (nA / s) was related proportionally to the rate of change in the concentration of oxygen consumed by microorganisms.

Methylotrophic bacteria *Methylobacterium extorquens* VKM B-2067, *Methylophila musalis* VKM B-2646, *Paracoccus kondratievae* VKM B-2222, *Paracoccus simplex* VKM B-3226 have enzyme systems that oxidize methylamine with the consumption of molecular oxygen. When using the strain *Methylophila musalis* BKM B-2646 as the basis of the bioreceptor, the determination range of methylamine was 4 - 250 μ M. Long-term stability was 5 days. The bacterial strain *Chelativorans oligotrophicus* BKM B-2395 was used as a bioreceptor for both the determination of ethylene diamine tetraacetate (EDTA) and diethylene triamine pentaacetate (DTPA). The limit of determination of EDTA was 0.125 mM; long-term stability lasted for 4 weeks. The limit of determination of DTPA was 0.500 mM; long-term stability - 3 days. Actinobacteria *Rhodococcus wratislaviensis* VKM Ac-2631D served as a bioreceptor to determine the disodium salt of orthophthalate. The lower limit for the determination of disodium salt of orthophthalate was 0.5 mM. Long-term stability was maintained for 3 days.

The strain of methylotrophic yeast *Pichia angusta* VKM Y-2559 was used as a bioreceptor for the determination of methanol, the detection limit of which was 25 µM. Long-term stability lasted for a week. Based on immobilized cells of the yeast strain *Arxula adeninovorans* VKM Y-2676 created a laboratory model of a biosensor for determining the biological oxygen consumption (BOD). A study of substrate specificity showed that a signal was observed when a detergent component such as sodium dodecyl sulfate was introduced into the cuvette.

The "substance – microorganism" pairs were selected for which the effect of some low molecular weight organic substances on the respiratory activity of immobilized microorganisms was studied. Estimation of the substance content by a microbial biosensor is not highly specific, but can be applied to solve a number of analytical problems.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОЙ СУБСТАНЦИИ «ОГМГ-ГХ» И СОЗДАНИЕ НА ЕЁ ОСНОВЕ ГОТОВОЙ ЛЕКАРСТВЕННОЙ ФОРМЫ СПРЕЙ ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ ЗАБОЛЕВАНИЙ ПОЛОСТИ РТА

Беляков С.В., Шаталов Д.О., Твердохлебова А.М., Евстафьева К.С.
МИРЭА – Российский технологический университет, Москва, Россия
E-mail: [S.V. BELIAKOV@MAIL.RU](mailto:S.V.BELIAKOV@MAIL.RU)

На сегодняшний день заболевания полости рта представляют собой одну из самых сложных задач в медицинской и фармацевтической практике. Большинство таких заболеваний индуцируются патогенными микроорганизмами. Всё большую актуальность приобретает проблема появления резистентности патогенной микрофлоры к уже существующим лекарственным препаратам, в связи с чем необходим поиск новых антимикробных веществ, к которым микроорганизмы не выработали механизм устойчивости, и создание на их основе новых лекарственных средств для борьбы с вышеуказанными заболеваниями.

Одним из возможных решений являются препараты на основе олигоалкиленгуанидинов (ОГМГ). Их широкий спектр антимикробной активности, низкая токсичность и экономическая доступность позволят снизить заболеваемость населения. Однако, в настоящий момент отсутствует способ получения данных веществ, степень чистоты которых достаточна для использования их в качестве фармацевтической субстанции.

В рамках работы, при поддержке Минобрнауки России (грант № 14.N08.12.0095), был разработан новый способ получения солей ОГМГ высокой степени чистоты. Принципиальное отличие от существующих методов заключается в растворении технической соли ОГМГ в смеси воды, этанола и хлороформа в массовом соотношении 1/2/1. После проведения стадий разделения и очистки получается продукт, соответствующий заявленным критериям качества.

В ходе работы был получен оптимальный состав и выбрана первичная упаковка для готовой лекарственной формы спрей (ГЛФ). Разработка заключалась в подборе вспомогательных компонентов состава с исследованием стабильности экспериментальных образцов методом «ускоренного старения», pH-показателя, динамической вязкости, выбора метода финишной стерилизации и определения факела распыла составов из выбранной спреевой насадки. Оптимальный состав состоит из следующих компонентов (на 100г состава): 40г - глицерин, 0,3г – ОГМГ гидрохлорид, 0,01г – бензалкония хлорид, 0,05г – натрия сахаринат, 0,0125г – ментол. В качестве

метода стерилизации, на основе данных о стабильности, был выбран каскад фильтров 0,45нм и 0,22нм.

В подтверждение эффективности ГЛФ была проведена оценка МПК на лабораторных штаммах. Наиболее ярковыраженную активность данный состав проявляет по отношению к *Streptococcus pneumoniae*, *Streptococcus pyogenes* (0.002-0.25 мкг / мл), *Moraxella catarrhalis* (0.03-0.06 мкг / мл), *Neisseria gonorrhoeae* (0.125-2 мкг / мл).

Также, была проведена оценка заживления слизистой оболочки полости рта у кроликов породы Шиншилла на модели стоматита и гингивита. После 7 дней применения у экспериментальной группы наблюдалось почти полное восстановление слизистой оболочки.

Таким образом, в рамках работы был разработан новый метод получения солей олигоалкиленгуанидинов, степень чистоты которых достаточная для использования их качестве фарм. субстанций, разработан состав и технология ГЛФ «спрей для лечения заболеваний полости рта» и подтверждена его эффективность.

DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR PRODUCING PHARMACEUTICAL SUBSTANCE "OGMG-HC" AND OF DOSAGE FORM «SPRAY FOR TREATMENT OF DISEASES OF THE ORAL CAVITY»

**Beliakov S., Shatalov D., Tverdokhlebova A., Evstafieva K.
MIREA – Russian Technological University, Moscow, Russia
E-mail: [S.V. BELIAKOV@MAIL.RU](mailto:S.V.BELIAKOV@MAIL.RU)**

Today, oral diseases are ones of the most difficult tasks in medical and pharmaceutical practice. Most of these diseases are induced by pathogenic microorganisms. The problem of the emergence of resistance of pathogenic microflora to existing drugs is becoming increasingly urgent. Therefore, it is necessary to search for new antimicrobial substances to which microorganisms have not developed a resistance mechanism, and to create new drugs on their basis to combat the diseases.

One of the possible solutions is drugs based on oligoalkyleneguanidines (OHMG). Their wide spectrum of antimicrobial activity, low toxicity and economic availability will reduce the crude morbidity rate. However, at present there is no way to obtain these substances, the degree of purity of which is sufficient to use them as a pharmaceutical substance.

As part of the work, with the support of the Russian Ministry of Science and Higher Education (grant No. 14.N08.12.0095), a new method was developed for the production of high purity OGMG salts. The fundamental difference from existing methods is the dissolution of the technical salt of OGMG in a mixture of water, ethanol and chloroform in a mass ratio of 1 to 2 to 1 respectively. After the stages of separation and purification, a product is obtained that meets the stated quality criteria.

In the course of the work, the optimal composition was obtained and the primary packaging for the dosage form (spray) was selected. The development consisted in the selection of auxiliary components of the composition by studying the stability of experimental samples by the method of "accelerated ageing", pH, dynamic viscosity, choosing the method of finish sterilization and determining specified spray patterns with the usage of selected spray nozzle. The optimal composition consists of the following components (per 100 g of composition): 40 g - glycerin, 0.3 g - OGMG hydrochloride, 0.01 g - benzalkonium chloride,

0.05 g - sodium saccharin, 0.0125 g - menthol. Based on stability data cascade of filters with pore sizes of 0.45nm and 0.22nm was selected as a sterilization method.

To confirm the antimicrobial effect of the spray MIC testing was carried out in laboratory strains. The compound exerted the most pronounced activity against *Streptococcus pneumoniae*, *Streptococcus pyogenes* (MIC was 0.002-0.25 µg/ml), *Moraxella catarrhalis* (0.03-0.06 µg/ml), *Neisseria gonorrhoeae* (0.125-2 µg/ml).

Also, an assessment of the healing of the oral mucosa in chinchilla rabbits was carried out in the thermal formation of the stomatitis and gingivitis model. Almost complete healing of defects in the experimental groups of animals within the 7-day application of the spray was observed.

Thus, a new method for the preparation of oligoalkyleneguanidine salts, the purity of which is sufficient to use them as a pharmaceutical substances was developed, the composition and technology of dosage form «spray for the treatment of diseases of the oral cavity» was developed and its effectiveness was confirmed.

ОЦЕНКА БИОДЕГРАДАТИВНОЙ АКТИВНОСТИ НОВЫХ ШТАММОВ-ДЕСТРУКТОРОВ ТОКСИЧНЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

**Поливцева В.Н., Еськова Т.З., Анохина Т.О., Соляникова И.П.
Институт биохимии и физиологии микроорганизмов им. Г.К. Скрябина РАН,
ФИЦ Пушинский Научный центр биологических исследований РАН
E-mail: polivtseva@ibpm.pushchino.ru**

Масштабы загрязнения окружающей среды токсичными соединениями различной химической природы возрастают год от года. Это могут быть как природные соединения (нефтепродукты, ароматические углеводороды, n-алканы), так и антропогенные вещества (капролактамы, хлорсодержащие пестициды, полихлорированные бифенилы). Наибольшую проблему обезвреживания токсичных промышленных отходов, в том числе и пестицидов, создают соединения, выделенные в группу стойких органических загрязнителей (СОЗ). СОЗ обладают высокой токсичностью, устойчивы к разрушению в естественных условиях, плохо растворимы в воде, проявляют биокумулятивные свойства, мобильность в пищевых звеньях и выраженную способность накапливаться в живых организмах. Ситуацию осложняют присутствующие в почвах наряду с органическими поллютантами тяжелые металлы и/или металлоиды. Скорость деградации органических соединений на таких территориях существенно замедляется.

Целью данной работы являлось выделение и характеристика новых штаммов бактерий, способных утилизировать токсичные органические поллютанты.

В работе было использовано более 30 штаммов микроорганизмов, выделенных из нефтезагрязненных и «чистых» почв. Отобранные культуры бактерий проверяли на способность утилизировать различные ароматические, алифатические и хлорсодержащие соединения, такие как нафталин, капролактамы, бензол, толуол, этилбензол, гексан, октан, нонан, декан, ундекан, додекан, гексадекан, дизельное топливо, камфора, кумарин салицилат, гентизат, протокатехоат, о-фталат, 2-гидроксикоричная кислота, пирокатехин, фенол, бензоат, хлорбензоаты, 2,4,5-трихлорфеноксиуксусная кислота, хлорфенолы. Субстраты добавляли в минеральную среду в качестве единственного источника углерода и энергии.

Скрининг коллекции показал, что наиболее легко утилизируемыми для выделенных штаммов оказались такие субстраты как бензоат, фенол и n-алканы (количество атомов

углерода C6–C16). Более половины исследованных штаммов росли на этих соединениях. Только два штамма были способны утилизировать нафталин и салицилат, что свидетельствует о деградации нафталина по «классическому» пути. Девять штаммов росли на интермедиатах деградации нафталина по альтернативным биохимическим путям: кумарине, 2-гидроксикоричной кислоте, о-фталате, гентизате. Бензол и его производные, толуол и этилбензол, а также хлорсодержащие фенолы и бензоаты подвергались бактериальной деструкции в меньшей степени.

Таким образом, в результате проведенной работы были выделены новые штаммы-деструкторы, способные к деградации целого ряда токсичных органических соединений. Наиболее активные штаммы проявляли деструктивную активность по отношению к более чем 15 индивидуальным субстратам. Выделенные активные бактерии-деструкторы СОЗ являются перспективными кандидатами при создании биопрепаратов для ремедиации территорий с высоким уровнем загрязнений стойкими поллютантами. Дальнейшая работа предполагает идентификацию отобранных культур и выявление метаболических особенностей деградации ими токсичных ксенобиотиков. Работа поддержана грантом РФФИ 18-34-00964.

EVALUATION OF BIODEGRADATION ACTIVITY OF NEW STRAINS DEGRADING TOXIC ORGANIC COMPOUNDS

Polivtseva V., Esikova T., Anokhina T., Solyanikova I.

G.K.Skryabin Institute of Biochemistry and Physiology of Microorganisms RAS, FRC "Pushchino Scientific Center for Biological Research", Pushchino, Russia

E-mail: polivtseva@ibpm.pushchino.ru

The scale of environmental pollution with toxic compounds of various chemical nature increases year by year. These can be both natural compounds (petroleum products, aromatic hydrocarbons, n-alkanes), and anthropogenic substances (caprolactam, chlorine-containing pesticides, polychlorinated biphenyls). The greatest problem of the neutralization of toxic industrial waste, including pesticides, is created by compounds allocated to the group of persistent organic pollutants (POPs). POPs are highly toxic, resistant to destruction under natural conditions, poorly soluble in water, exhibit bio-cumulative properties, mobility in food links and a pronounced ability to accumulate in living organisms. The situation is complicated by the presence of heavy metals and / or metalloids present in soils along with organic pollutants. The rate of degradation of organic compounds in such areas is significantly slowed down.

The aim of this work was the isolation and characterization of new bacterial strains capable of utilizing toxic organic pollutants.

In the work, more than 30 strains of microorganisms isolated from oil-contaminated and "clean" soils were used. Selected bacterial cultures were tested for their ability to utilize various aromatic, aliphatic and chlorine compounds, such as naphthalene, caprolactam, benzene, toluene, ethylbenzene, hexane, octane, nonane, decane, undecane, dodecane, hexadecane, diesel fuel, camphor, coumarin, salicylate, protocatechoate, o-phthalate, 2-hydroxycinnamic acid, catechol, phenol, benzoate, chlorobenzoates, 2,4,5-trichlorophenoxyacetic acid, chlorophenols. Substrates were added to the mineral medium as the sole source of carbon and energy.

Screening of the collection showed that the substrates such as benzoate, phenol, and n-alkanes (the number of C6 – C16 carbon atoms) turned out to be the most easily utilized for

the isolated strains. More than half of the studied strains grew on these compounds. Only two strains were able to utilize naphthalene and salicylate, which indicates the degradation of naphthalene along the "classical" pathway. Nine strains grew on naphthalene degradation intermediates through alternative biochemical pathways: coumarin, 2-hydroxycinnamic acid, o-phthalate, gentisate. Benzene and its derivatives, toluene and ethylbenzene, as well as chlorine-containing phenols and benzoates, underwent bacterial destruction to a lesser extent.

Thus, as a result of this work, new strains-destroyers capable of degradation of a number of toxic organic compounds were isolated. The most active strains showed destructive activity against more than 15 individual substrates. Isolated active POP destructive bacteria are promising candidates for the creation of biological products for remediation of territories with a high level of pollution with persistent pollutants. Further work involves the identification of selected cultures and the identification of metabolic features of their degradation of toxic xenobiotics.

The reported study was funded by RFBR according to the research project No. 18-34-00964.

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОННОГО ОБЛУЧЕНИЯ СЕМЯН НА РАЗВИТИЕ ПРОРОСТКОВ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

Лой Н.Н., Суслова О.В., Гулина С.Н.

**ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии», г. Обнинск, Россия
E-mail: rirae70@gmail.com**

В настоящее время происходит смена технологий и методов, обеспечивающих высокую эффективность обеззараживания зерна, так как наличие на поверхности семян фитопатогенной микрофлоры ослабляет защитные функции растительного организма. Это приводит к снижению посевных качеств семян и значительному недобору урожая. При выращивании зерновых в экологическом земледелии ведется поиск новых, более эффективных элементов борьбы с патогенными организмами, обеспечивающих качественные показатели зерна и его экологическую безопасность. К таким методам можно отнести предпосевное облучение семян ионизирующим излучением [1].

Целью исследований являлось изучение влияния электронного облучения семян на развитие проростков яровой пшеницы.

Объект исследований - яровая пшеница сорта Сетора. Семена пшеницы облучали низкоэнергетическим (до 200 кэВ) электронным пучком в дозах 1, 2, 3, 4, и 5 кГр при мощности излучения 100 и 500 Гр/имп. После облучения семена проращивали с использованием рулонного метода. Повторность в опытах 3-х кратная. Изучаемые показатели - посевные качества пшеницы, активность каталазы, морфометрические показатели проростков и поражаемость их грибными болезнями. В работе использовали общепринятые методики.

Результаты экспериментов показали, что электронное облучение способствовало увеличению лабораторной всхожести семян на 3-10% при дозах 3-5 кГр (мощность дозы излучения 100 Гр/имп), длины ростка - на 17-37% при дозах 1-5 кГр (мощность дозы 500 Гр/имп), длины корня - на 13-15% при дозах 2-4 кГр (мощность 500 гр/имп). Облучение семян вызвало статистически значимое снижение содержания в 7-ми суточных проростках пшеницы азота на 5-6% и протеина на 13-15% при всех изученных дозах и снижение активности каталазы в 3 раза при дозах 3 и 4 кГр.

Проведение фитоэкспертизы выявило наличие поражения проростков болезнями - *Helminthosporium sativum* P., *Fusarium* sp. и *Penicillium* sp. Степень поражения проростков возбудителем *Helminthosporium sativum*, как и распространенность болезни, уменьшилась в 2 раза при дозах 4 и 5 кГр (пострадиационный период 7 суток) и в 2-7 раз при 3 и 5 кГр (пострадиационный период 14 суток) при мощности дозы 100 Гр/имп, а также снизилась в 2 раза при дозе 5 кГр (пострадиационный период 14 суток) при мощности дозы 500 Гр/имп.

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что предпосевное электронное облучение семян яровой пшеницы Сетора вызывает увеличение лабораторной всхожести, длины ростка и корешка проростков, снижает степень поражения и распространенность болезней в зависимости от дозы облучения, мощности дозы и пострадиационного периода.

Литература

1. Chizh, T V, Loy, N N, Pavlov, A N, Vorobyev, M S. and Doroshkevich, S Yu 2018 Low-energy electron beams for protection of grain crops from insect pests and diseases. IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series 1115 022025 doi :10.1088/1742-6596/1115/2/022025.

INFLUENCE OF ELECTRON BEAMS OF SEEDS ON THE DEVELOPMENT OF SPRING OF WHEAT SPRING WHEAT

Loy N., Suslova O., Gulina S.
Russian Institute of Radiology and Agroecology, Obninsk, Russia
E-mail: rirae70@gmail.com

Currently, there is a change in technologies and methods that ensure high efficiency of grain disinfection, since the presence of phytopathogenic microflora on the surface of seeds weakens the protective functions of the plant organism. This leads to a decrease in sowing qualities of seeds and a significant shortage of yield. When growing grain in ecological farming, a search is made for new, more effective elements of the fight against pathogenic organisms that provide quality indicators of grain and its environmental safety. These methods include presowing irradiation of seeds with ionizing radiation [1].

The aim of the study was to study the effect of electron irradiation of seeds on the development of spring wheat seedlings.

The object of research is spring wheat of the Setora variety. Wheat seeds were irradiated with a low-energy (up to 200 keV) electron beam in doses of 1, 2, 3, 4, and 5 kGy at a radiation power of 100 and 500 Gy / imp. After irradiation, the seeds were germinated using the roll method. The repetition in the experiments is 3-fold. The studied indicators are the sowing qualities of wheat, the activity of catalase, the morphometric indicators of seedlings and their susceptibility to fungal diseases. The work used conventional methods.

The experimental results showed that electron irradiation contributed to an increase in laboratory germination of seeds by 3-10% at doses of 3-5 kGy (radiation dose rate of 100 Gy / imp), sprout lengths by 17-37% at doses of 1-5 kGy (dose rate 500 Gy / imp), root lengths - by 13-15 % at doses of 2-4 kGy (power 500 Gy / imp). Irradiation of seeds caused a statistically significant decrease in nitrogen content in 7-day-old seedlings by 5-6 % and protein by 13-15 % at all doses studied and a 3-fold decrease in catalase activity at doses of 3 and 4 kGy.

Phyto-examination revealed the presence of a defeat of seedlings by diseases - *Helminthosporium sativum* P., *Fusarium* sp. and *Penicillium* sp. The degree of damage to seedlings by the pathogen *Helminthosporium sativum*, as well as the prevalence of the disease, decreased 2 times at doses of 4 and 5 kGy (post-radiation period of 7 days) and 2-7 times at 3 and 5 kGy (post-radiation period of 14 days) at a dose rate of 100 Gy / imp, and also decreased by 2 times at a dose of 5 kGy (post-radiation period of 14 days) at a dose rate of 500 Gy / imp.

Thus, as a result of the studies, it was found that the pre-sowing electron beam of Setora spring wheat seeds causes an increase in laboratory germination, the length of the sprout and root of seedlings, reduces the degree of damage and the prevalence of diseases depending on the radiation dose, dose rate and post-radiation period.

Literature

Chizh, T V, Loy, N N, Pavlov, A N, Vorobyev, M S. and Doroshkevich, S Yu 2018 Low-energy electron beams for protection of grain crops from insect pests and diseases. IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series 1115 022025 doi :10.1088/1742-6596/1115/2/022025.

НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ NIRS. АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ ВЗГЛЯД НА МЕТОДИКУ

**Ломакин М.В., Рыбка М.М., Дибин Д.А., Хинчагов Д.Я., Лосева А.С., Юдин Г.В.
ФГБУ «НИИЦ ССХ им. А.Н. Бакулева», Москва, Россия
E-mail: Lomakin-mv@mail.ru**

Введение:

Спектроскопия ближнего инфракрасного диапазона (Near-infrared spectroscopy – NIRS) - неинвазивный динамический метод мониторинга, основанный на измерении концентрации окси- и дезоксигемоглобина с помощью излучения в ближнем инфракрасном (БИК) диапазоне. Основное применение данный вид спектроскопии нашел в нейро- и кардиохирургии, где существует крайняя необходимость в непрерывной оценки уровня сатурации коры головного мозга. Излучение датчика самых распространенных в клинической практике мониторов NIRS ограничено глубиной проникновения в биологические ткани на 15-20 мм. Нас заинтересовала возможность интраоперационной БИК-спектроскопии легких, миокарда и органов желудочно-кишечного тракта.

Цель:

Оценить возможность современного спектрометра в определении нецеребральной тканевой оксигенации у пациентов различных возрастных групп во время операций в условиях экстракорпорального кровообращения и во время паллиативной коррекции врожденного порока сердца у новорожденных.

Методы:

Для исследования легких нами были отобраны пациенты, у которых глубины визуализации плевральной гиперэхогенной линии методом ультразвуковой сонографии составила не более 15 мм. В данной группе проводилось интраоперационное исследование динамики кровотока в малом круге кровообращения и определения насыщения тканей легких кислородом. Для оценки висцерального кровотока органов брюшной полости во время оперативного вмешательства в условиях искусственного кровообращения датчик фиксировался на переднюю брюшную стенку у детей до года. Пациентам старше 18 лет, имеющим толщину передней брюшной стенки более 15 мм,

проводилась трансгастральная спектроскопия. Двум пациентам со стенозом аортального клапана проводилась спектроскопия миокарда до и после выполнения кардиоплегии.

Результаты:

Методика оценки сатурации легочной ткани как критерий адекватной функции системно-легочного анастомоза применима при паллиативных коррекциях врожденных пороков сердца с обедненным легочным кровотоком. В случае адекватной работы анастомоза появляется асимметрия rSO_2 легких в 100% случаев. Под контролем динамики пульмональной rSO_2 была осуществлена попытка подбора оптимального значения ПДКВ у пациентов с лево-правым внутрисердечным сбросом. При увеличении ПДКВ с 5 до 10 смН₂O у всех пациентов отмечалось снижение rSO_2 над легкими на 9,5-14,7% от исходного значения ($p < 0,05$). Проведен анализ динамики оксиметрии легких во время операций с искусственным кровообращением, сопровождающихся выполнением кардиоплегии: rSO_2 легких увеличивалось до 95% после окончания искусственного кровообращения при пережатии аорты более 20 мин, с последующим снижением в течение 72 часов до $70 \pm 5\%$ ($p < 0,05$). При выполнении трансгастральной спектроскопии органов брюшной полости рассмотрено влияние на динамику rSO_2 висцеральных тканей некоторых факторов, например, инфузия вазоактивных препаратов (снижение висцеральной rSO_2 на 5,7%), переход на экстракорпоральное кровообращение (отсутствие динамики висцеральной rSO_2 в условиях адекватной скорости перфузии). Проведена оценка rSO_2 миокарда до и после выполнения кардиоплегии: отмечается снижение rSO_2 на 8,4% от исходных значений.

Заключение.

Изменения в региональной оксигенации тканей, анализируемых NIRS, отражает тонкий баланс между доставкой кислорода и его потреблением в исследуемой области. Физическая основа метода позволяет проводить динамическое интраоперационное наблюдение за состоянием кровотока и метаболизма кислорода не только в головном мозге, но и в других органах и тканях.

NEW FEATURES OF NIRS. ALTERNATIVE VIEW OF THE METHOD
Lomakin M., Rybka M., Dibin D., Khinchagov D., Loseva A., Yudin G.
Bakulev National Medical Research Center For Cardiovascular Surgery
E-mail: Lomakin-mv@mail.ru

Introduction:

Near-infrared spectroscopy (NIRS) is a noninvasive method of dynamic monitoring which based on the measurement of concentrations oxy- and deoxyhemoglobin, using near-infrared radiation. This type of spectroscopy has main application in neuro- and cardiac surgery, where necessary in continuous assessment of the level of saturation of the cerebral cortex. Radiation from the sensor of the most common NIRS monitors in clinical practice is limited by the depth of penetration into biological tissues by 15-20 mm. We were interested in the possibility of intraoperative near-infrared spectroscopy of the lungs, myocardium and gastrointestinal tract.

Objective:

To assess the possibility of a modern spectrometer in determining non-cerebral tissue oxygenation in patients of different age groups during operations with bypass and during palliative correction of congenital heart disease in newborns.

Methods:

For the study of lung, we selected patients in whom depth of imaging hyperechogenic pleural line by ultrasound sonography was not more than 15 mm. In this group we have realized intraoperation study of the dynamics of blood flow in the pulmonary circulation and determine the saturation of lung tissue. In the children which age was under one year we assess the visceral blood flow during operation with bypass with sensor fixed on the anterior abdominal wall. Transgastric spectroscopy was performed in patients over 18 years of age with an anterior abdominal wall thickness of more than 15 mm. Two patients with aortic valve stenosis underwent myocardial spectroscopy before and after cardioplegia.

Results:

The method of estimating the saturation of the lung tissue as a criterion for adequate function systemic-pulmonary anastomosis is applicable to palliative corrections of congenital heart defects with depleted pulmonary blood flow. In the case of adequate anastomosis asymmetry of rSO_2 of lungs appears in 100% of cases. Under the control of the dynamics of rSO_2 of lungs, an attempt was made to select the optimal value of positive end-expiratory pressure (PEEP) in patients with left-right intracardiac reset. By increasing PEEP from 5 to 10 mbar in all patients rSO_2 decrease by 9.5-14.7% of baseline values ($p < 0.05$). The analysis of the dynamics oximetry of lungs during operations with bypass, accompanied by the implementation of the cardioplegia showed increasing rSO_2 to 95% after the end of the bypass when aortic clamping more than 20 min, with a subsequent decrease within 72 hours to $70 \pm 5\%$ ($p < 0.05$). By transgastral spectroscopy analyzed the influence of some factors on the dynamics of rSO_2 : infusion of vasoactive drugs (decrease in visceral rSO_2 by 5.7%), the transition to bypass (absence of dynamics visceral rSO_2 in terms of adequate rate of perfusion). Estimated myocardial rSO_2 before and after cardioplegia: there was a decrease in rSO_2 by 8.4% from the baseline values.

Conclusion.

Changes in regional oxygenation of tissues analyzed by NIRS reflect a delicate balance between oxygen delivery and oxygen consumption in the study area. The physical basis of the method allows for dynamic intraoperative monitoring of blood flow and oxygen metabolism not only in brain, but also in other organs and tissues.

**ЦИФРОВЫЕ ПАРАМЕТРЫ НОРМЫ И ПАТОЛОГИИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ
АКТИВНОСТИ АВТОНОМНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ ПО ДАННЫМ
ВАРИАбельНОСТИ РИТМА СЕРДЦА**

Кирычков Ю.Ю.¹, Босенко С.А.¹, Муслимов Б.Г.²

**¹ФГБНУ Федеральный научный - клинический центр реаниматологии и
реабилитологии.**

107031, Москва, ул. Петровка, д. 25, стр.2.

²Центральная городская больница им. М.П.Кончаловского.

124489 г.Зеленоград, ул.Каштановая аллея д.2 стр.1.

E-mail: kirychyu@yandex.ru

Общеизвестно, что область гипоталамуса, базальных ядер (зоны среднего и конечного мозга) оказывают наиболее значимое, определяющее значение, как на функцию головного мозга, так и гомеостаза организма в целом. Целью исследования явилось изучение активности центральных гипоталамических отделов автономной нервной системы (АНС) как главного регулятора состояния организма у пациентов с

повреждением головного мозга травматического и нетравматического генеза. В исследование включены 77 пациентов с последствиями ЧМТ (43,9%), ОНМК (18,2%), аноксии головного мозга (15,1%), субарахноидальным кровоотечением (10,7%), последствиями удаления опухолей и артериовенозной мальформации (12,1%). Функция АНС оценена с помощью анализа вариабельности ритма сердца (ВРС). Оценка ВРС проводилась прибором Полиспектр-8 EX (фирма Нейрософт, Россия), с протоколом беспроводной связи Bluetooth между кардиоанализатором и персональным компьютером (Notebook). Использовались 5-ти минутные записи кардиоинтервалов. Определялись следующие показатели: SI- стресс-индекс (индекс напряжения регуляторных систем - индекс напряжения) в нормализованных единицах (н.е.); SDNN - среднееквадратичное отклонение R-R кардиоинтервалов в мс; rMSSD - среднееквадратичное отклонение разности двух смежных отсчетов R-R кардиоинтервалов в мс; pNN50%- доля R-R кардиоинтервалов в процентах, отличающихся от предыдущего более чем на 50 мс; TP - общая мощность спектра частот в мсек². Парасимпатическая гиперактивность принималась в пределах значений для SDNN > 41,5мс; для RMSSD > 42,4 мс; для pNN50% > 8,1%; для SI < 80 нормализованных единиц н.е.; для TP > 2000 мс². Симпатическая гиперактивность принималась в пределах значений для SDNN < 4,54мс; для RMSSD < 2,25 мс; для pNN50% < 0,109%; для SI >900 н.е.; для TP < 200мс². Норма параметров ВРС принималась в пределах значений для SDNN [13,31-41,4мс]; для RMSSD [5,78 - 42,3мс]; для pNN50% [0,110 - 8,1%]; для SI [80-900 н.е.]; для TP [200 – 2000мс²]. Функциональная активность АНС по данным ВРС сопоставлена с биохимическими, иммунологическими и рядом клинических показателей. Изучена концентрация в крови кортизола и соматотропного гормона; иммуноглобулинов G, A, M; суммарная цитокиновая активность на основе изучения гранулоцит-макрофаг колониестимулирующей активности плазмы крови; состояние тканевой микроциркуляции оценена на основании оценки концентрации в крови свободного миоглобина. Изучена динамика уровня сознания по шкалам (Глазго, FOUR и Giocino); применения искусственной вентиляции легких; шкалы инвалидности DRS (Disability Rating Scale); мышечного тонуса по модифицированной шкале Ашворта; нутритивного статуса. Цифровые параметры функциональной активности центральных отделов АНС гипоталамуса по данным параметров ВРС служат навигационными характеристиками объективного статуса пациентов после повреждения головного мозга, могут являться предикторами динамики и восстановления уровня сознания, служат таргетированной зоной для лекарственной и не лекарственной интенсивной терапии и реабилитации.

DIGITAL PARAMETERS OF THE NORM AND PATHOLOGY OF FUNCTIONAL ACTIVITY OF THE AUTONOMOUS NERVOUS SYSTEM ACCORDING TO THE HEART RATE VARIABILITY.

Kiryachkov Y.¹, Bosenko S.A.¹, Muslimov B.G.²

¹ Federal Research and Clinical Center of Intensive Care Medicine and Rehabilitationology

25 Petrovka str., Build. 2, Moscow 107031, Russia

² Central City Hospital. M.P. Konchalovsky Central City Hospital. M.P. Konchalovsky, 124489 Zelenograd, Kashtanovaya alley, d.2, building 1.

E-mail: kirychyu@vandex.ru

It is well known that the area of the hypothalamus, basal nuclei (mesencephalon) have the most significant, determining value, both on the function of the brain and homeostasis of the body as a whole. The aim of the study was to study the activity of the central hypothalamic area of the autonomic nervous system (ANS) as the main regulator of the state of the body in patients with brain damage of traumatic and non-traumatic origin. The study included 77 patients with the consequences of a traumatic brain injury (43.9%), stroke (18.2%), cerebral anoxia (15.1%), subarachnoid bleeding (10.7%), the consequences of tumor removal and arteriovenous malformation (12,1%). ANS function was evaluated using an analysis of heart rate variability (HRV). HRV was evaluated using the Polyspectr-8 EX device (Neurosoft, Russia), with the Bluetooth wireless protocol between the cardiac analyzer and a personal computer (Notebook). Parasympathetic hyperactivity was taken within the limits of SDNN > 41.5ms; for RMSSD > 42.4 ms; for pNN50% > 8.1%; for TP > 2000 ms². Sympathetic hyperactivity was taken within the range of SDNN < 4.54ms; for RMSSD < 2.25 ms; for pNN50% < 0.109%; for TP < 200ms². The norm of the HRV parameters was taken within the limits of the values for SDNN [13.31-41.4ms]; for RMSSD [5.78 - 42.3 ms]; for pNN50% [0.110 - 8.1%]; for TP [200 - 2000ms²]. SDNN (standard deviation of R-R intervals), msec; for RMSSD (square root of the mean squared differences of successive NN intervals), msec; pNN50% (the number of interval differences in successive NN intervals greater than 50 ms (NN50) / total number of NN intervals) in %; Total Power of variance of all NN intervals <0.4 Hz, msec² (TP). In order to verify the parasympathetic or sympathetic hyperactivity within these limits, there should be 3 out of 4 parameters. The functional activity of ANS according to HRV is compared with biochemical, immunological and a number of clinical indicators. The concentration in the blood of cortisol and growth hormone was studied; immunoglobulins G, A, M; total cytokine activity based on the study of granulocyte macrophage colony stimulating activity of blood plasma; the state of tissue microcirculation was estimated based on the assessment of the concentration of free myoglobin in the blood. The dynamics of the level of consciousness was studied on scales (Glasgow, FOUR and Giocino); the use of mechanical ventilation; Disability Rating Scale; muscle tone according to the modified Ashworth scale; nutritional status. The digital parameters of the functional activity of the central departments of the ANS of the hypothalamus according to the HRV parameters serve as navigation characteristics of the objective status of patients after brain damage, can be predictors of dynamics and recovery of consciousness, serve as a targeted zone for drug and non-drug intensive therapy and rehabilitation.

РАЗРАБОТКА ГИДРОТЕРМАЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ИМПОРТОЗАМЕЩАЮЩИХ БИОСОВМЕСТИМЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ ПОРОШКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ГИДРОКСИЛАПАТИТА С РЕГУЛИРУЕМЫМИ СТЕПЕНЬЮ КРИСТАЛЛИЧНОСТИ И ПОКАЗАТЕЛЯМИ ДИСПЕРСНОСТИ

Юдин А.Г., Чупрунов К.О., Кузнецов Д.В., Лейбо Д.В., Ильиных И.А.
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», Россия
г. Москва, 119049 Ленинский проспект 4
E-mail: yudin@misis.ru

Основной научно-технической задачей проекта является разработка технологических подходов для создания производства с использованием методик гидротермального синтеза импортозамещающих биосовместимых керамических порошковых материалов на основе гидроксилapatита. Разрабатываемая технология должна обеспечивать возможность получения материалов различных типов с регулируемой степенью кристалличности и показателями дисперсности.

Ключевой проблемой на пути создания новых типов материалов для медицинской имплантации является получение высокочистого (чистота более 99.9 %) стехиометрического биоминерала - гидроксилapatита ($\text{Ca/P}=1.67$) с высокой долей кристаллической фазы и синтеза на его основе сферических гранул с низкой пористостью (менее 5 %). Такие сферические частицы (гранулы) находят все более широкое применение в различных медицинских приложениях: в качестве исходного материала для 3D печати имплантов (требуемый размер частиц от 5 мкм до 25 мкм), материала для создания покрытий металлических имплантов методом плазменного напыления ("plasma spray", размер гранул от 40 до 125 мкм), биорезорбируемых наполнителей для стимулирования регенерации соединительной ткани кожного покрова в терапии ожогов и косметологии (размер гранул от 25 до 45 мкм).

Несмотря на высокую востребованность порошковых материалов на основе гидроксилapatита с заданной степенью кристалличности и показателями дисперсности, существующие методики их синтеза, основанные на процессах химического осаждения из растворов с последующей термической обработкой и/или сфероидизацией в высокотемпературных потоках, не позволяют в полной мере обеспечить требуемые характеристики таких материалов.

В рамках представленной работы для их синтеза впервые предлагается использовать гидротермальный метод, предполагающий синтез при давлениях до 200 атм и температурах до 300°C, в сочетании с последующей ультразвуковой обработкой полученных материалов. Решены следующие задачи: проведены исследования влияния кислотности среды, длительности гидротермального синтеза, а также влияния ультразвуковой обработки на фазовый состав и степень кристалличности кальций фосфатов, синтезированных гидротермально. Проведены исследования влияния на физико-химические свойства синтезированных гранул условий термообработки при температурах 1000-1400 °С. Последовательное проведение данных работ позволило определить оптимальные параметры для дальнейшего исследования процессов получения частиц с заданным гранулометрическим составом.

Благодарность

Работа проведена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (проект № RFMEFI57517X0168).

DEVELOPMENT OF A HYDROTHERMAL TECHNOLOGY FOR THE PRODUCTION OF IMPORT-SUBSTITUTING BIOCOMPATIBLE CERAMIC POWDER MATERIALS BASED ON HYDROXYAPATITE WITH ADJUSTABLE CRYSTALLINITY AND DISPERSION INDICES

**Yudin A., Chuprunov K., Kuznetsov D., Leibo D., Ilinykh I.
National University of Science and Technology MISIS
Russia, Moscow, 119049 Leninsky Prospekt 4
E-mail: yudin@misis.ru**

The main scientific and technical task of the project is the development of technological approaches for the creation of production using methods of hydrothermal synthesis of import-substituting biocompatible ceramic powder materials based on hydroxyapatite. The developed technology should provide the ability to obtain materials of various types with adjustable degree of crystallinity and dispersion.

A key problem in creating new types of materials for medical implantation is the production of high-purity (purity more than 99.9%) stoichiometric biomineral - hydroxyapatite (Ca / P = 1.67) with a high crystalline phase and the synthesis of spherical granules with low porosity (less than 5%) Such spherical particles (granules) are increasingly used in various medical applications: as a starting material for 3D printing of implants (the required particle size is from 5 microns to 25 microns), material for creating coatings of metal implants by plasma spraying ("plasma spray", granule size from 40 to 125 microns), bioresorbably fillers to stimulate the regeneration of connective tissue of the skin in burn therapy and cosmetology (granule size from 25 to 45 microns).

Despite the high demand for powder materials based on hydroxyapatite with a given degree of crystallinity and dispersion indices, the existing methods for their synthesis, based on the processes of chemical deposition from solutions with subsequent heat treatment and / or spheroidization treatment in high-temperature flows, do not fully ensure the required characteristics of such materials.

In the framework of the presented work, it is proposed for the first time to use the hydrothermal method for their synthesis, which involves synthesis at pressures up to 200 atm and temperatures up to 300 °C, in combination with subsequent ultrasonic treatment of the materials obtained. The following tasks were solved: studies were made of the influence of acidity of the medium, the duration of hydrothermal synthesis, as well as the effect of ultrasonic treatment on the phase composition and crystallinity of calcium phosphates synthesized hydrothermally. Investigations were made of the effect on the physicochemical properties of the synthesized granules of heat treatment conditions at temperatures of 1000-1400 °C. Consistent carrying out these works allowed us to determine the optimal parameters for further research on the processes of obtaining particles with a given particle size distribution.

Acknowledgements

The authors acknowledge the financial support of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation (Project no. RFMEFI57517X0168)

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ СУБМИКРОННЫХ ПОРОШКОВ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ОКСИДОВ ВЫСОКОЙ ЧИСТОТЫ ДЛЯ СИНТЕЗА СЦИНТИЛЛЯЦИОННЫХ КРИСТАЛЛОВ ОРТОСИЛИКАТА ЛЮТЕЦИЯ ДЛЯ ДЕТЕКТИРУЮЩИХ МЕДИЦИНСКИХ СИСТЕМ

Гасанов А.А., Юрасова О.В., Чапыгин А.М., Апанасенко В.В., Самиева Д.А.,
Василенко С.А.

АО «Гиредмет», г. Москва, Российская Федерация
E-mail: OVYurasova@qiredmet.ru

Работа выполнена в рамках Соглашения 14.579.21.0138 с Минобрнауки РФ, уникальный идентификатор проекта RFMEFI57916X0138.

Сцинтилляционные кристаллы на основе силиката лютеция (LSO) необходимы для создания современных отечественных позитронно-эмиссионных томографов – аппаратов для своевременной диагностики критических заболеваний, в первую очередь, онкологических. Для синтеза таких кристаллов требуются высокочистые субмикронные порошки оксидов редкоземельных металлов (РЗМ) – лютеция, церия, и оксид кремния. Нами создана технология производства указанных оксидов, обеспечивающая требуемое качество материалов.

Для получения индивидуальных высокочистых оксидов РЗМ (Lu_2O_3 , CeO_2) в качестве исходного сырья лютеция использован его концентрат, содержащий лантаноиды тяжелых металлов до 1,5 %, включая трудноотделимую примесь $\text{Yb}_2\text{O}_3 \sim 0,5$ %. Диоксид церия извлекали из концентрата карбонатов РЗМ производства ОАО «СМЗ», содержащего 52-53 % CeO_2 . Для глубокой очистки сырья от сопутствующих лантаноидов и редкоземельных примесей исследовано последовательное применение методов экстракции и сорбции.

В качестве экстрагента для получения Lu_2O_3 изучен Aliquat 336, относящийся к классу четвертичных аммониевых оснований. Найден условия эффективного разделения пары Lu-Yb с коэффициентом разделения $\beta_{\text{Lu/Yb}} - 2,4$.

Для получения CeO_2 проверено окисление церия электрохимическими и химическими методами [1,2]. Переход Ce^{3+} в Ce^{4+} составил, соответственно, (%): 99 и 96. Химический метод проводили пероксидом водорода в слабокислой среде с одновременным выделением Ce^{4+} в виде гидроксида. Глубокое отделение церия (IV) от сопутствующих РЗМ (III) выполнено экстракцией три-н-бутилфосфатом, известным экстрагентом в технологии РЗМ.

По результатам исследований рассчитаны [3] и экспериментально проверены в делительных воронках два экстракционных каскада по разделению: 1) Lu/Ln_(Yb); 2) Ce/Ln_(Sm), позволяющие получать реэкстракты индивидуальных РЗМ с содержанием основного вещества не менее 99,9996 %. Заключительную очистку реэкстрактов выполняли в сорбционных колоннах, заполненных модифицированным углем БАУ. Из очищенных растворов осаждали оксалаты и прокаливали их до конечных оксидов. Получены образцы $\text{CeO}_2 - 99,9997$ % и $\text{Lu}_2\text{O}_3 - 99,9995$ %.

Для производства высокочистого диоксида кремния в качестве исходного сырья был взят широко доступный технический тетрагидрид кремния чистотой 99,5 %. Получение из него SiO_2 высокой чистоты осуществляли в два этапа: (1) ректификационная очистка SiCl_4 с получением тетрахлорида кремния чистотой не менее 99,9998 %; (2) получение высокочистого SiO_2 методом высокотемпературного гидролиза SiCl_4 в кислородно-водородном пламени. Технология производства диоксида кремния была проверена и отработана в ходе опытной эксплуатации созданных экспериментальных установок, в результате которой были выявлены и устранены

слабые места технологической цепочки. Разработанная технология позволила получать SiO₂ чистотой не менее 99,9995 %, извлечение в конечный продукт составило более 80 %.

Разработанная технология обеспечивает получение оксидов лютеция, церия и кремния с качественными характеристиками, отвечающими требованиям к шихте для синтеза кристаллов-сцинтилляторов ортосиликатов LSO для детектирующих медицинских систем.

Литература:

1. Гасанов А.А., Юрасова О.В., Харламова Т.А. и др. Конструкция электролизеров для окисления церия// Цветные металлы, 2015, №8, с.50-53.
2. Юрасова О.В., Гасанов А.А., Харламова Т.А. и др. Технология извлечения оксида церия (IV) из концентратов редкоземельных металлов с использованием методов электрохимического окисления и экстракции// Цветные металлы, 2016, №3, с.42-49.
3. Гасанов А.А., Апанасенко В.В. и др. Расчет полного противоточного экстракционного каскада с обменной промывкой с использованием Excel // Цветные металлы. 2016. N 5. С. 44-49.

TECHNOLOGY OF OBTAINING SUBMICRON POWDERS OF RARE EARTH OXIDES OF HIGH PURITY FOR THE SYNTHESIS OF SCINTILLATION CRYSTALS OF LUTETIUM ORTHOSILICATE FOR DETECTING MEDICAL SYSTEMS

Gasanov A., Yurasova O., Chapygin A., Apanasenko V., Samieva D., Vasilenko S.
JSC "Giredmet", Moscow, Russian Federation
E-mail: OYurasova@giredmet.ru

Research was carried out under the Agreement 14.579.21.0138 with the Ministry of education and science of the Russian Federation, the unique identifier of the project RFMEFI57916X0138.

Scintillation crystals based on lutetium silicate (LSO) are necessary for the creation of modern domestic positron emission tomographs which are the devices for the timely diagnosis of critical diseases, primarily cancer. The synthesis of these crystals requires high-purity submicron powders of rare earth metal oxides (REM) - lutetium, cerium, and silicon oxide. We have created the production technology of these oxides which provides the required quality of materials.

For obtaining of individual high-purity rare earth oxides (Lu₂O₃, CeO₂) lutetium concentrate was used as a lutetium feedstock containing lanthanides of heavy metals up to 1.5 % including the hardly-separated impurity of Yb₂O₃ ~0,5 %. The cerium dioxide was extracted from the REM carbonate concentrate of JSC "SMZ" production containing 52-53 % of CeO₂. For deep purification of raw materials from associated lanthanides and non-rare earth impurities were carried out by methods of extraction and sorption.

Aliquat 336 related to the class of Quaternary ammonium bases has been studied as an extractant for obtaining Lu₂O₃. Conditions for the effective separation of Lu-Yb pair with the separation factor $\beta_{Lu/Yb}$ - 2,4 have been determined.

The oxidation of cerium was checked by electrochemical and chemical methods for obtaining of CeO₂ [1,2]. The transition of Ce³⁺ to Ce⁴⁺ was 99 % and 96 % respectively. Chemical method was carried out by adding hydrogen peroxide in a weak-acidic medium with simultaneous release of Ce⁴⁺ in the hydroxide form. Deep separation of cerium (IV) from

associated REM (III) was performed by extraction method using tri-n-butyl phosphate which is known extractant in REM technology.

According to the investigation results two extraction cascades for the separation of: 1) Lu/Ln_(Yb); 2) Ce/Ln_(Sm), were calculated [3] and tested experimentally in separating funnels. As a result, reextracts of individual REM were obtained with a basic substance content not less than 99,9996 %. Final cleaning of reextracts were carried out in sorption columns filled with modified carbon BAC. Oxalates were precipitated from the purified solutions and annealed to the final oxides. The samples of CeO₂ - 99,9997 % and Lu₂O₃ - 99,9995 % were obtained.

For production of high-purity silicon dioxide a widely available technical silicon tetrachloride with the purity of 99.5 % was taken as a feedstock. The purification of SiO₂ was performed in two stages: 1) distillation purification of SiCl₄ with obtaining silicon tetrachloride with a purity of not less than 99,9998 %; 2) obtaining high-purity SiO₂ by high-temperature hydrolysis of SiCl₄ in an oxygen-hydrogen flame. Production technology of silica was tested and proven during the trial operation of experimental plants. As a result, the inaccuracies in the process chain were identified and eliminated. The developed technology allows obtaining of SiO₂ with a purity of at least 99,9995 %, the extraction of the final product was more than 80%.

The proposed technology ensures the production of oxides of lutetium, cerium and silicon with quality characteristics that meet the requirements for the mixture for the synthesis of crystals of orthosilicate LSO scintillators for detecting medical systems.

Literature:

1. Gasanov A.A., Yurasova, O.V., Kharlamova T.A. etc. Design of the electrolyzer for the oxidation of cerium. *Non-ferrous metals*, 2015, no. 8, pp. 50-53.
2. Yurasova, O.V., Gasanov A.A., Harlamova T.A. etc. the Technology of extraction of cerium oxide (IV) from concentrates of rare earth metals using electrochemical methods of oxidation and extraction. *Non-ferrous metals*, 2016, no. 3, pp. 42-49.
3. Gasanov A.A., Apanasenko V.V. and others calculation of the full countercurrent extraction cascade exchange by washing using Excel. *Non-ferrous metals*, 2016, no. 5. pp. 44-49.

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ МИКРОЭЛЕМЕНТНОГО БАЛАНСА В ОРГАНИЗМЕ НА ОСНОВЕ НЕИНВАЗИВНЫХ МЕТОДОВ

Егорова М.В., Федорова Н.Е, Родионов А.С.
ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф.Эрисмана»
Роспотребнадзора, Мытищи, Московская область, Российская Федерация
E-mail: analyt1@yandex.ru

Техногенные факторы среды обитания, к числу которых относятся загрязнения тяжелыми металлами от выбросов предприятий черной и цветной металлургии, транспорта, энергетики, оказывают негативное влияние на здоровье населения, одним из проявлений которого является нарушение микроэлементного обмена.

В последнее время для оценки риска здоровью, особенно в скрининговых наблюдениях, все чаще используются неинвазивные методы исследования. В частности, перспективной средой является конденсат выдыхаемого воздуха (КВВ), отбор которого может быть легко осуществлен при помощи промышленных или приспособленных устройств. Конденсат выдыхаемого воздуха - полноценная биосреда, идентичная по биохимическому составу легочному сурфактанту. Изменения концентрации химических

веществ в конденсате под действием факторов различного характера отражают направленность, общую и для других биосред организма – крови, легочной ткани, бронхоальвеолярной жидкости.

Для количественного определения металлов в КВВ была разработана методика, включающая отбор проб, их хранение, транспортировку и анализ методом атомно-абсорбционной спектроскопии с электротермической атомизацией, при этом образцы КВВ вводят в графитовую кювету спектрофотометра без предварительной пробоподготовки и разбавления. При необходимости образцы могут быть заморожены и проанализированы после размораживания при комнатной температуре. Разработанный подход позволяет определять низкие концентрации металлов, характерные для данной биосреды, в малых объемах пробы – 10-20 мкл.

Данные о содержании эссенциальных металлов в КВВ могут быть использованы также и для оценки степени адаптации организма к негативному фактору на основе положения о большей стабильности соотношений конкурентных, с точки зрения их биологической роли, элементов, близких по химическим свойствам, по сравнению с их абсолютными количественными значениями. Примером такой пары является соотношение "цинк - медь" в исследуемой биосреде. Оба эти элемента принимают участие в реакциях перекисного окисления липидов, проявляя про- или антиоксидантные свойства, поэтому изменение баланса их в КВВ как в биосреде может свидетельствовать о нарушениях равновесия процессов продуцирования свободных радикалов с одной стороны, и антирадикальной защиты - с другой. Для прослеживания динамики изменения показателей оксидантного статуса разработан ряд методических решений с применением методов хемилюминесценции и спектрофотометрии. Установленная взаимосвязь микроэлементного и оксидантного статуса дает возможность комплексной оценки функционального состояния организма.

Другим примером успешного применения неинвазивного биотестирования является исследование образцов волос на содержание микроэлементов, проводимое с помощью различных инструментальных методов, наиболее информативным из которых является спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой. В отличие от конденсата выдыхаемого воздуха, изменения содержания и соотношений элементов в волосах отражают эффект длительного воздействия на организм негативного фактора среды обитания, дополнительно расширяя возможности прогнозирования развития риска для здоровья населения.

COMPLEX APPROACH TO MICROELEMENT BALANCE ASSESSMENT IN HUMAN ORGANISM BY NON-INVASIVE METHODS

Egorova M., Fedorova N., Rodionov A.
Federal Scientific Center of Hygiene named after F.F. Erisman, Mytischki, 141014,
Russian Federation.
E-mail: analyt1@yandex.ru

Technogenic environmental factors, including heavy metal pollution from enterprises of non-ferrous and ferrous metallurgy, transport and power engineering, have a negative impact on the health of the population. One of the manifestations of such negative impact is a disorder of microelement exchange.

Recently, for assessing the risk to human health, especially in screening researches, non-invasive methods of diagnostic are widely used. In particular, for this method the most

informative biological material is the condensate of exhaled air (CEA), sampling of which can be easily taken by industrial or special devices. Condensate of exhaled air is full-fledged biological material, which has a biochemical composition identical with pulmonary surfactant. Changes in concentrations of chemical substances in condensate of exhaled air due to different environmental factors reflect the common pattern for another biological materials such as blood, lung tissue, alveolar moisture.

Methodological approaches for quantitative definition of metals in condensate of exhaled air, including sampling, storage, transportation and analysis by atomic absorption with electrothermal atomization was developed. This method requires the placement of samples of CEA into spectrophotometer without preliminary preparation and dilution. If necessary, samples can be frozen and analyzed later, after defrosting at room temperature. The developed approach allows to determine small quantities of metals, which are specific for this biological material, in low volume of sample – 10-20 microliters.

The data on the essential metal content in condensate of exhaled air can be used also to assess the degree of adaptation of human organism to negative factor on the basis of terms of greater stability of correlations of competitive, from the point of view of their biological function, i.e. elements with close chemical property in comparison to their absolute quantitative values.

The example of described property of elements is a correlation in “zinc-copper” pair at investigated material. Both of this element are participate in lipid peroxidation reactions and exhibit pro- or antioxidant properties, accordingly, a changes in their balance in condensate of exhaled air can testify about imbalance in producing of free-radicals and interruption in antiradical protection. A series of methodological guidelines with the application of chemical luminescence and spectrophotometry were developed to track the dynamic in changes of vitals of oxidation status. The identified relationship between microelement balance and oxidation status gives the opportunity to assess the functional state of human organism.

Another example of successful application of non-invasive bio-assay is investigation of hair samples for the content of trace elements, which is carried by different instrumental methods. The most informative of these methods is the inductively-coupled plasma spectrometry. Unlike to condensate of exhaled air, the imbalance in content and correlation of elements in hair are a reflection of long impact of negative factor on human organism. This approach can further expand the ability to predict the development of rick to public health.

РАЗРАБОТКА ПОЛИМЕРНЫХ ЧАСТИЦ ПРОИЗВОДНЫХ ХЛОРИНА ϵ_6 НА ОСНОВЕ СОПОЛИМЕРА МОЛОЧНОЙ И ГЛИКОЛЕВОЙ КИСЛОТ (PLGA)

Жунина О.А.^{1,2}, Никольская Е.Д.^{1,2}, Яббаров Н.Г.^{1,2}, Бегановская В.А.³, Гущина О.И.⁴, Ларкина Е.А.⁴, Миронов А.Ф.⁴, Лобанов А.В.¹

¹ ФГБУН Федеральный исследовательский центр химической физики им. Н.Н. Семенова РАН, г. Москва, РФ

²ОАО Всероссийский научный центр молекулярной диагностики и лечения, г. Москва, РФ

³ФГБОУ ВО Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, г. Москва, РФ

⁴ФГБОУ ВО МИРЭА – Российский технологический университет, г. Москва, РФ
E-mail: olga_yarova@bk.ru

Хлорин ϵ_6 является действующим веществом противоопухолевых препаратов – фотосенсибилизаторов (ФС), используемых в фотодинамической терапии (ФДТ) [1,2]. Для изучения возможности повышения эффективности ФДТ была разработана технология создания полимерных частиц, загруженных оригинальными производными хлорина ϵ_6 . Структурные формулы представлены на рис. 1.

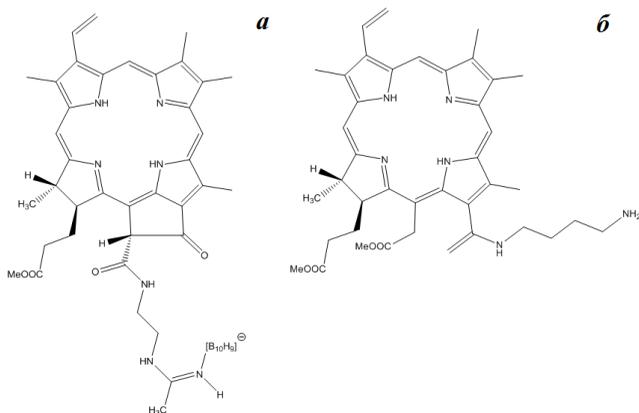


Рис. 1. Структурные формулы: *a* – 13(1)-N-{2-[N-(*клато*-монокарбадекаборан-1-ил)-имино(метил)метил]аминоэтил}амид-15(2),17(3)-диметилового эфира хлорина ϵ_6 ; *б* – 13(1)-аминобутиламид-15(2),17(3)-диметилового эфира хлорина ϵ_6 .

Полимерной матрицей являлся биodeградируемый сополимер молочной и гликолевой кислот с терминальной карбоксильной группой (PLGA-COOH). Производные хлорина ϵ_6 включали в сополимер методом простых эмульсий.

С целью поиска оптимального состава было определено влияние различных технологических показателей на параметры частиц. Были определены физико-химические характеристики полученных партий частиц: средний диаметр, дзета-потенциал и общее содержание производных хлорина ϵ_6 . Наиболее успешные партии обладали субмикронным размером (около 250 нм), с зарядом, стремящимся к -30 мВ, и общим содержанием действующего вещества не менее 1.5 масс.%. Таким образом,

технологические подходы к созданию полимерных форм производных хлорина ϵ_8 были полностью отработаны. Следующим этапом является исследование их биологической активности.

Литература

1. Капинус В.Н. и др., Лазерная медицина, 2012, 16, 25.
2. Каплан М.А. и др., Радиация и риск, 2013, 22, 115.

DEVELOPMENT OF CHLORIN ϵ_8 DERIVATIVES-LOADED POLYMERIC PARTICLES BASED ON THE POLY(LACTIC-CO-GLYCOLIC ACID) (PLGA)

Zhunina O.^{1,2}, Nikolskaya E.^{1,2}, Yabbarov N.^{1,2}, Beganovskaya V.³, Gushchina O.⁴, Larkina E.⁴, Mironov A.⁴, Lobanov A.¹

¹ **1Semenov Institute of Chemical Physics of RAS, Moscow, Russian Federation**

² **JSC Russian Research Centre for Molecular Diagnostic and Therapy, Moscow, Russian Federation**

³ **Dmitry Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russian Federation**

⁴ **MIREA – Russian Technological University, Moscow, Russian Federation**

E-mail: olga_yarova@bk.ru

Chlorin ϵ_8 is the active substance of antitumor drugs – photosensitizers (PS) which are used in photodynamic therapy (PDT) [1,2].

The technology for formulation of polymeric particles loaded with the original chlorin ϵ_8 derivatives was developed to study the possibility of increasing of PDT efficiency. The structural formulas are shown in Fig. 1.

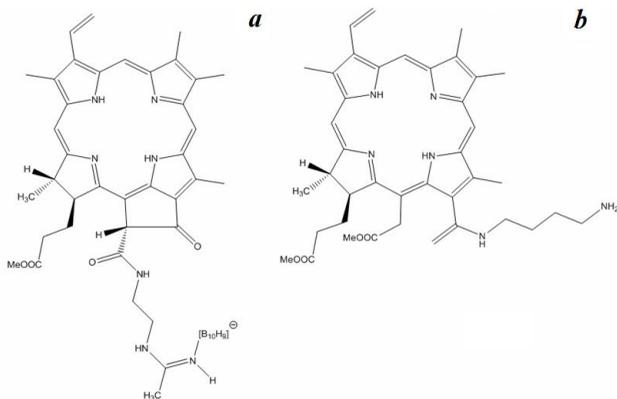


Figure1. The structural formulas: 13(1)-N-{2-[N-(closo-monocarbododecaboran-1-yl)-imino(methyl)methyl]aminoethyl}amide-15(2),17(3)- chlorin ϵ_8 dimethyl ester; *b*– 13(1)-aminobutylamide-15(2),17(3)-chlorin ϵ_8 dimethyl ether.

The polymer matrix was a biodegradable poly(lactic-co-glycolic acid) with a terminal carboxyl group (PLGA-COOH). The chlorin α_8 derivatives were included in the copolymer by the simple emulsions method.

In order to find the optimal composition, the influence of various technological indicators on the parameters of the particles was determined. The physicochemical characteristics of the obtained batches of the particles were studied: an average diameter, zeta potential, and a total content of chlorin α_8 derivatives. The most successful batches had a submicron size (about 250 nm), with a charge tending to -30 mV, and a total content of at least 1.5 wt.%. Thus the technological approaches to the formulation of polymeric forms of chlorin α_8 derivatives have been fully developed. The next step is to study their biological activity.

Literature

1. Kapinus V.N., et al., Laser medicine, 2012, V. 16, P. 25.
2. Kaplan M.A., et. al., Radiation and Risk, 2013, V. 22, P. 115.

НОВЫЕ ПРИНЦИПЫ СОЗДАНИЯ ВОДОЭМУЛЬСИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

**Печеный Б.Г., Асельдеров Б.Ш., Дайронас М.В.
СКФ БГТУ им. В.Г.Шухова, Минеральные Воды, Россия
E-mail: bpavtor@yandex.ru**

В результате теоретических и экспериментальных исследований было установлено, что в любых водоземulsionных дорожных материалах (поверхностная обработка, слои износа, битумо-минеральные композиции, дорожная разметка и др.) после выдерживания образцов при температурах 40-50°C через 12-14 суток изменение массы стабилизируется, что может свидетельствовать о полном испарении воды. Однако последующее выдерживание этих образцов при 105°C показывает дополнительную потерю воды, то есть в водоземulsionных материалах остается адсорбционно-связанная вода, которая не испаряется при эксплуатационных температурах. Остаточная вода в образцах водоземulsionных материалов также фиксировалась после их выдерживания в течение 11 месяцев в комнатных условиях на воздухе. Адсорбционно-связанная вода замерзает при температурах, гораздо ниже 0°C. Поэтому в регионах с зимней температурой порядка до минус 5-10°C адсорбированная вода в водоземulsionных материалах может не замерзать. Дилатометрическими исследованиями было установлено замерзание воды в битумо-минеральных композициях при температурах порядка от -8°C до -24°C в зависимости от ее содержания. Безусловно, замерзание оставшейся воды в битумных пленках после устройства поверхностной обработки или слоев износа на битумных эмульсиях приведет к отслаиванию их от основания, что часто и наблюдается в практике применения водоземulsionных материалов в климатических условиях России.

Установлена возможность приготовления эмульсионно-минеральных смесей с заданной скоростью распада без предварительного увлажнения минерального заполнителя. Это достигается тем, что эмульсионно-минеральная смесь, включающая минеральный наполнитель: щебень, песок, минеральный порошок и битумную эмульсию, готовится при следующей последовательности введения в смеситель компонентов: отдозированные щебеночные и песчаные фракции с влажностью W (% масс.), равной $\frac{E(50-B)}{100}$, где E - содержание битумной эмульсии в смеси (% масс.), B - содержание

воды в битумной эмульсии (% масс.), подают в смеситель, затем в процессе перемешивания добавляют битумную эмульсию и перемешивают в течение 0,5 мин, далее вводят минеральный порошок и перемешивают до получения однородной смеси в течение до 1,5 мин. Таким образом достигается высокая однородность смеси при меньшей продолжительности ее перемешивания.

Разработаны составы битумных эмульсий с заданной скоростью распада, необходимой для объединения с заполнителями конкретного минерального и гранулометрического состава, и порядок их объединения с заполнителем, что обеспечивает получение водоземulsionных композиций с повышенными показателями прочности, водо-, морозо- и трещиностойкости, значительно превосходящими нормативные пределы.

Известны отделочные, кровельные, изоляционные водоземulsionные материалы на основе различных полимерных смол и латексов. Их объем составляет 15-20% в России и до 35% за рубежом от всего объема отделочных материалов, остальная доля которых производится на основе углеводородных растворителей. Применение водоземulsionных материалов позволяет исключить использование токсичных и пожароопасных растворителей, которые после использования материала безвозвратно испаряются в атмосферу. Отличительной особенностью разработанных составов водоземulsionных дисперсий (мастик) является то, что впервые в качестве полимерных смол используются смолы, применяющиеся в настоящее время в составе лакокрасочных материалов в виде растворов в углеводородах, а эмульгаторами являются минеральные порошки. Разработаны составы отделочных, кровельных и изоляционных водоземulsionных мастик, себестоимость которых ниже, а показатели качества и долговечность выше известных.

NEW PRINCIPLES FOR CREATING WATER EMULSION MATERIALS

**Pechenyi B., Aselderov B., Daironas M.
NCB BSTU after Shukhov, Mineralnye Vody, Russia
E-mail: bpavtor@vandex.ru**

Theoretical and experimental research studies find that the mass change of any wateremulsion road materials (surface treatment, wear layers, bitumenmineral compositions, road marking, etc.) is stabilized after keeping the samples at temperatures of 40-50°C for 12-14 days; this may indicate complete evaporation of water. However, subsequent exposure of these samples at 105°C shows an additional loss of water, that is, the emulsion materials have adsorptionbound water, which does not evaporate at operating temperatures. After the samples of wateremulsion materials were kept for 9-11 months in room conditions in air, residual water was also found in them. Adsorption-bound water freezes at well below 0°C temperatures. Therefore, in regions where winter temperatures are within the order of below 5-10 °C, adsorbed water in water- emulsion materials may not freeze. Dilatometric studies show that water in bitumen-mineral compositions freezes at temperatures from - 8 °C to - 24 °C depending on its content. Of course, the freezing of the remaining water in bitumen films after surface treatment or wear layers on bitumen emulsions will lead to their peeling from the base, which is often observed in the practice of using emulsion materials in Russian climatic conditions.

An important technological characteristic that determines the suitability of a bitumen emulsion for use in a particular technology or material is its decay rate when mixed with a

mineral aggregate. It was found that the decay rate of bitumen emulsions when combined with real mineral fillers, which differ in both mineral and particle size distribution, does not coincide with the decay rate of the emulsion, determined by standard methods.

The possibility of preparing emulsion-mineral mixtures with a given decay rate without preliminary wetting of the mineral aggregate is established. To distribute bitumen emulsion on the surface of the aggregate evenly, the emulsion-mineral mixture, including mineral aggregate (crushed stone, sand, mineral powder) and bitumen emulsion should be prepared by the following sequence of introducing components into the mixer. First, metered crushed stone and sand fractions with humidity W (% wt.), equal to $E(50-B) / 100$, where E is the content of the bitumen emulsion in the mixture (% mass.), B is the water content in the bitumen emulsion (% mass.), are fed to the mixer. Then, during mixing, bitumen emulsion is added and stirred to obtain a homogeneous mixture for 0.5 min. After adding of mineral powder, the composition is stirred to obtain a homogeneous mixture for 1.5 min. In this way, a high homogeneity of the mixture is achieved with a shorter mixing time. The compositions of bitumen emulsions with a given decay rate necessary for combining with the aggregates of a particular mineral and particle size distribution and the procedure for combining them with aggregate have been developed. This ensures obtaining of homogeneous water-emulsion compositions with increased strength and water, frost and crack resistance, significantly exceeding regulatory limits.

Finishing, roofing, insulating water-based materials based on acrylic, polyurethane, polyvinyl acetate, polyvinyl chloride, urea-formaldehyde resins, styrene-butadiene latexes, etc. are known. Their volume is 15-20% in Russia and up to 35% abroad of all finishing materials, the rest of which is based on hydrocarbon solvents. The use of such materials eliminates the use of toxic and flammable solvents, which after using the material irrevocably evaporate into the atmosphere. A distinctive feature of the developed compositions of water-emulsion dispersions (mastics) is that for the first time resins are used as polymer resins, which are currently used in paint and varnish materials in the form of solutions in hydrocarbons, and mineral powders are emulsifiers. Developed emulsifiers and emulsification modes for the first time allowed obtaining water-emulsion of these polymers. Compositions of finishing, roofing and insulating mastics were developed on their basis. Mastics are environmentally friendly, have lower cost and higher durability than known ones.

ПРЕИМУЩЕСТВА И ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ НА ПРИМЕРЕ НАНОЧАСТИЦ ОКСИДОВ ЖЕЛЕЗА

Гервиц Н.Е.^{1,2}, Старчиков С.С.², Гиппиус А.А.^{1,3}, Любутин И.С.², Ткачев А.В.¹, Демихов Е.И.¹, Васильев А.Л.^{4,5}, Абакумов М.А.^{6,7}, Семкина А.С.^{6,7}

¹Физический институт им. П.Н. Лебедева, РАН, 119991, Москва, Россия

²ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН, 119333, Москва, Россия

³Московский государственный университет им. Ломоносова, Физический факультет, 119992, Москва, Россия

⁴НИЦ «Курчатовский институт», 123182, Москва, Россия

⁵Московский физико-технический институт, МФТИ, 141701 Московская область, Россия

⁶Кафедра медицинских нанобиотехнологий, РНИМУ им. Пирогова, Москва, Россия

⁷Лаборатория «Биомедицинские наноматериалы», НИТУ «МИСиС», Москва, Россия

E-mail: ngervits@gmail.com

Магнитные наночастицы на данный момент широко применяются в биологии и медицине. Огромное количество исследований продемонстрировало их перспективы в изготовлении образцов, геномном и белковом анализе, таргетированной доставке препаратов, в качестве контрастных агентов для МРТ и для магнитной гипертермии [1-3].

В нашей работе были изготовлены и тщательно исследованы наночастицы оксида железа, разработанные для использования в качестве негативного МРТ-контраста. Для исследования был использован широкий диапазон методов и были продемонстрированы плюсы и минусы того или иного метода: порошковой рентгеновской дифракции (XRD), просвечивающей электронной микроскопии (ТЕМ), Рамановской спектроскопии, Мессбауэровской спектроскопии, ЯМР-спектроскопии в нулевом поле. По данным ТЕМ и XRD установлено, что наночастицы имеют сферическую форму и средний диаметр 5-8 нм с кубической структурой типа шпинели (пр. гр. *Fd-3m*). Рамановская, Мессбауэровская и ЯМР-спектроскопия выявили преобладание фазы маггемита $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$. С помощью Мессбауэровской спектроскопии удалось наблюдать различия в магнитном поведении покрытых и непокрытых человеческим альбумином наночастиц при разных температурах (от 10 до 300 К). Анализ ЯМР-спектров позволил обнаружить вклад ядер находящихся в поверхностном слое наночастиц.

Благодарности

Гервиц Н.Е., Ткачев А.В., Абакумов М.А., Семкина А.С. благодарят за поддержку РФФИ (грант 19-29-10016 мк).

Мессбауэровские и рамановские исследования выполнены за счет гранта Российского научного фонда (проект № 19-72-00095).

Синтез образцов и рентгеновские исследования выполнены за счет гранта Российского научного фонда (проект № 17-74-10169)

Ссылки

[1] Abakumov M.A., et al. Nanomedicine: NBM. 11(4). 825, (2015).

[2] Semkina A.S., et al. Nanomedicine: NBM. 14(5), 1733, (2018)

[3] Efremova M., et al. Scientific Reports, 8, 11295, (2018).

ADVANTAGES AND FEATURES OF USING VARIOUS METHODS OF RESEARCH ON THE EXAMPLE OF IRON OXIDE NANOPARTICLES

Gervits N.^{1,2}, Starchikov S.², Gippius A.^{1,3}, Lyubutin I.², Tkachev A.¹, Demikhov E.¹, Vasiliev A.^{4,5}, Abakumov M.^{6,7}, Semkina A.^{6,7}

¹ Lebedev Physical Institute, Russian Academy of Sciences, 119991, Moscow, Russia

² Shubnikov Institute of Crystallography of FSRC «Crystallography and Photonics» RAS, 119333, Moscow, Russia

³ Moscow State University, Physical Department, 119992, Moscow, Russia

⁴ National Research Center "Kurchatov Institute", 123182, Moscow, Russia.

⁵ Moscow Institute of Physics and Technology (State University), MIPT, 141701 Moscow Region, Russia

⁶ Department of Medical Nanobiotechnology, Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia

⁷ Laboratory of Biomedical Nanomaterials, NUST MISiS, Moscow Russia
E-mail: ngervits@gmail.com

Magnetic nanoparticles are currently widely used in biology and medicine. A huge number of studies have demonstrated their prospects in the magnetic separation, genomic and protein analysis, targeted drug delivery, as contrast agents for MRI and for magnetic hyperthermia [1-3].

In our work, iron oxide nanoparticles designed for use as negative MRI contrast were manufactured and thoroughly studied. For the study, a wide range of methods was used and the pros and cons of one method or another were demonstrated: powder x-ray diffraction, transmission electron microscopy, Raman spectroscopy, Mössbauer spectroscopy, zero-field NMR spectroscopy.

X-ray and microscopy revealed the spherical shape of the nanoparticles and their average diameter of 5-8 nm with a cubic spinel type structure (space group $Fd-3m$). Raman, Mössbauer and NMR spectroscopy revealed the predominance of the maghemite phase γ -Fe₂O₃. Mössbauer spectroscopy made it possible to observe differences in the magnetic behavior of coated and uncoated by human serum albumin (HSA) nanoparticles at different temperatures (from 10 to 300 K). Analysis of the NMR spectra revealed the contribution of the nuclei located in the surface layer of nanoparticles.

Acknowledgements

Tkachev A.V., Abakumov M.A., Gervits N.E., Semkina A.S. acknowledge the support of the RFBR grant 19-29-10016 mk.

This work was supported by the Russian Science Foundation (Project No. 19-72-00095) in part of Mössbauer and Raman spectroscopy measurements and analysis.

This work was supported by the Russian Science Foundation (Project No. 17-74-10169) in part of the synthesis of the samples and XRD.

References

[1] Abakumov M.A., et al. Nanomedicine: NBM. 11(4). 825, (2015).

[2] Semkina A.S., et al. Nanomedicine: NBM. 14(5), 1733, (2018)

[3] Efremova M., et al. Scientific Reports, 8, 11295, (2018).

НОВАЯ БИОМИШЕНЬ И ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ ВАКЦИНА ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ АУТОИММУННЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

Меньшиков И.В., Бедулева Л.В., Сидоров А.Ю., Терентьев А.С.
**Удмуртский федеральный исследовательский центр Уральского отделения
Российской академии наук, Ижевск, Россия**
E-mail: miv140560@yandex.ru

В настоящее время идентифицировано около 100 различных аутоиммунных заболеваний, ими страдает 15% населения. Существующие лекарственные препараты не позволяют избежать прогресса аутоиммунного заболевания, инвалидизации, долгосрочных побочных эффектов. Нашей исследовательской группой был обнаружен новый фактор регуляции аутореактивности, продукция которого предотвращает развитие и вызывает ремиссию экспериментально-вызванных аутоиммунных заболеваний. На основе данных о специфичности и принципе метода определения нового фактора регуляции аутореактивности, он был отнесен к антителам подобным ревматоидному фактору. Чтобы отличать от классического ревматоидного фактора, новый фактор регуляции, сдерживающий развитие аутоиммунных заболеваний, получил название регуляторный ревматоидный фактор (регРФ). регРФ представляет собой популяцию антиидиотипических антител специфичных к антигенсвязывающим участкам антигенраспознающих рецепторов лимфоцитов, в том числе аутореактивных. Особенностью, отличающей регРФ от других антиидиотипических антител, является наличие общего паратопа. Мы показали, что эпитопы, распознаваемые общим паратопом, могут быть искусственно сформированы на Fc фрагментах IgG как человека, так и крысы. Наличие общего паратопа у разных по специфичности молекул регРФ позволяет с помощью Fc фрагментов IgG, несущих эпитопы, распознаваемые регРФ, вызывать поликлональную продукцию регРФ, и ожидать подавления широкого спектра аутореактивных лимфоцитов с помощью одного действующего вещества. В настоящее время эффективность иммунизации Fc фрагментами IgG, несущими неоэпитопы распознаваемые регРФ, показана в модели коллаген-индуцированного артрита крыс. Иммунизация такими Fc фрагментами редуцирует артрит не менее эффективно, чем метотрексат. Таким образом, нами найдена новая терапевтическая биомишень - лимфоциты, продуцирующие регуляторный ревматоидный фактор, и средство воздействия на нее – Fc фрагменты IgG, несущие неоэпитопы, распознаваемые регРФ. На основе Fc фрагментов IgG стимулирующих продукцию регРФ, может быть создана вакцина для лечения широкого спектра аутоиммунных заболеваний.

A NOVEL BIOTARGET AND PROMISING VACCINE FOR TREATMENT OF AUTOIMMUNE DISEASES

Menshikov I., Beduleva L., Sidorov A., Terentiev A.
Udmurt Federal Research Center UB RAS, Izhevsk, Russia
E-mail: miv140560@yandex.ru

Autoimmune diseases affect approximately 15% of the world population. Current treatment strategies are not able to achieve complete remission in autoimmune diseases. Several years ago we have identified a new factor of autoimmunity regulation. The production of this factor prevents the induction of collagen-induced arthritis, experimental autoimmune

encephalomyelitis and experimental atherosclerosis in rats. An increase in the level of this factor in arthritic and encephalitic rats is associated with the remission of these diseases. Given the data of specificity and the principle of the method for identifying a new regulatory factor, this factor was determined to be an antibody similar to rheumatoid factor. To distinguish it from the classic rheumatoid factor associated with rheumatoid arthritis worsening, the new regulatory factor that prevents and reduces autoimmune diseases was named regulatory rheumatoid factor (regRF). We revealed that the mechanism of regRF action consists of constraining the expansion of activated CD4+ lymphocytes which regulatory rheumatoid factor kills via complement-dependent lysis.

We determined that regRF is a population of anti-idiotypic antibodies specific to antigen-binding regions of the antigen-recognizing receptors of autoreactive lymphocytes. The feature that distinguishes regRF from other anti-idiotypic antibodies is the presence of a shared paratope. The shared paratope is the same across regRF molecules. We have shown that the epitopes recognized by the shared paratope of regRF can be formed artificially on Fc fragments of IgG. Single immunization of arthritic rats with rat Fc fragment conformers that expose epitopes recognized by shared paratope of regRF effectively reduces collagen-induced arthritis. The presence of a shared paratope in regRF molecules with different specificities led us to expect that, using Fc fragments of IgG that expose epitopes recognized by regRF we could elicit polyclonal production of regRF and thereby suppress the activity of a wide range of autoreactive lymphocytes. Therefore, regRF-producing lymphocytes are a universal biotarget that can be stimulated to suppress autoimmune response of varying specificity. IgG Fc fragments that expose neoepitopes recognized by regRF are an active substance that acts on this biotarget and can be viewed as the basis for a therapeutic vaccine for treatment of autoimmune diseases.

НЕИНВАЗИВНЫЕ НЕЙРОПОДОБНЫЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКАЯ И ОПТИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Зайцева А.Ю.¹, Кислякова Л.П.¹, Авдюшенко С.А.², Кисляков Ю.Я.¹

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт аналитического приборостроения Российской академии наук, Санкт-Петербург, Россия

**²ФГБВОУ ВО Военно-медицинская Академия имени С.М. Кирова МО РФ, Санкт-Петербург, Россия
E-mail: anna@da-24.ru**

Разработаны обучаемые электрохимическая и оптическая диагностические системы контроля функционального состояния испытуемых с использованием полиселективных сенсоров, обладающих перекрестной чувствительностью к основным электрохимическим (ионный состав конденсата выдыхаемого воздуха) и оптическим (формы гемоглобина крови) показателям. Каждая из систем состоит из 4-х модулей: пробоподготовки, сенсорного, измерительного и информационного, осуществляющего оценку результатов измерений с применением математических методов обработки многомерной информации и распознавания образов.

Модуль пробоподготовки электрохимической системы обеспечивает отбор пробы конденсата и состоит из 5 полиселективных потенциометрических электродов с высокой чувствительностью к одному из ионов Na⁺, K⁺, Cl⁻, NO₃⁻ и pH и меньшей перекрестной чувствительностью к остальным. Он формирует «образ» исследуемой

среды в виде композиции электродных потенциалов. Информационный модуль реализует функции первоначального обучения системы для создания базы данных и последующего распознавания многомерных «образов». Интегральный результат статистически обрабатывается, отображается графически. На основании этих данных делается заключение о функциональном состоянии испытуемого. Для отработки методики экспериментального исследования влияния физической нагрузки на «образ» испытуемого были выполнены исследования ионного состава конденсата выдыхаемого воздуха у военнослужащих при физических нагрузках до и после пребывания в барокамере.

Также проведены технические и физиологические исследования полиселективными оптическими датчиками кислородного обеспечения испытуемых. Модуль пробоподготовки оптической системы обеспечивает термостатирование исследуемой среды. Ее сенсорный модуль, устанавливаемый на поверхности исследуемого объекта, представляет собой интегральный шестиканальный анализатор оптических спектров гемоглобина с перекрестными диапазонами чувствительности и максимальными значениями для каждого из шести сенсоров. Микропроцессорный измерительный модуль регистрирует оптические спектры. Информационный модуль формирует визуальный образ исследуемой среды и отображает его. На основании этих данных делается заключение о функциональном состоянии испытуемого. Полученные в проведенных исследованиях результаты позволили выявить особенности изменения содержания кислорода в тканях предплечья при нагрузках, которые свидетельствуют об эффективности используемого принципа неинвазивной диагностики полиселективными оптическими датчиками кислородного обеспечения испытуемых в покое и при имитации нарушения локального кровотока путем пережатия ткани в исследуемой области организма испытуемого.

NON-INVASIVE NEURAL SIMILAR ELECTROCHEMICAL AND OPTICAL DIAGNOSTIC SYSTEMS FOR MEDICAL AND BIOLOGICAL PURPOSE

Zaitseva A.¹, Kislyakova L.¹, Avdyushenko S.², Kislyakov Yu.¹

¹ Institute for Analytical Instrumentation, Russian Academy of Sciences

² S.M. Kirov Military Medical Academy

E-mail: anna@da-24.ru

Trainees have developed electrochemical and optical diagnostic systems for monitoring the functional state of subjects using multiselective sensors that have cross sensitivity to the main electrochemical (ionic composition of the exhaled air condensate) and optical (forms of hemoglobin blood) indicators. Each of the systems consists of 4 modules: sample preparation, sensory, measuring and information, evaluating the measurement results using mathematical methods for processing multidimensional information and pattern recognition.

The sample preparation module of the electrochemical system provides condensate sampling and consists of 5 polyselective potentiometric electrodes with high sensitivity to one of the Na⁺, K⁺, Cl⁻, NO₃⁻ and pH ions and less cross sensitivity to the rest. It forms an "image" of the studied medium in the form of a composition of electrode potentials. The information module implements the functions of the initial training of the system to create a database and subsequent recognition of multidimensional "images". The integral result is statistically processed and displayed graphically. Based on these data, a conclusion is made about the functional state of the subject. To test the experimental study of the effect of physical activity

on the "image" of the subject, studies were carried out on the ionic composition of the condensate of exhaled air in military personnel during physical exertion before and after being in the pressure chamber.

Technical and physiological studies were also conducted with multiselective optical sensors for oxygen supply of the subjects.

The sample preparation module of the optical system provides thermostating of the medium under study. Its sensor module, mounted on the surface of the studied object, is an integrated six-channel analyzer of the optical hemoglobin spectra with cross sensitivity ranges and maximum values for each of the six sensors. A microprocessor measuring module records optical spectra. The information module forms a visual image of the investigated environment and displays it. Based on these data, a conclusion is made about the functional state of the subject. The results obtained in the studies allowed us to identify the features of changes in the oxygen content in the tissues of the forearm under loads, which testify to the effectiveness of the principle of non-invasive diagnosis of multiselective optical sensors to provide oxygen to the subjects at rest and to simulate a violation of local blood flow by squeezing tissue in the studied area of the subject's body.

ИЕРАРХИЧЕСКИЕ НАНОЗОЛОТЫЕ МЕТКИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ГРАДИЕНТНОГО ЛАТЕРАЛЬНОГО ПРОТОЧНОГО ИММУНОАНАЛИЗА ПРОКАЛЬЦИТОНИНА

Осипов А.П.¹, Серебrenникова К.В.², Самсонова Ж.В.², Кузнецов Д.В.¹

¹Национальный исследовательский технологический университет "МИСиС, Москва, Россия

²Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Москва, Россия

E-mail: APOsipov@mail.ru

В последние годы большое внимание уделяется разработке быстрых, дешевых и простых методов анализа различных биологически активных веществ. Одним из наиболее распространенных экспресс-методов анализа в медицинской диагностике является латеральный проточный иммуноанализ (ЛПИА). Метод основан на следующем принципе: образец жидкости, содержащий определяемое вещество, движется под действием капиллярных сил вдоль пористой мембранной полоски, содержащей в отдельных зонах специфические компоненты. Результат анализа проявляется в виде окрашенных линий в тестовой зоне полоски, при этом интенсивность окрашивания пропорциональна содержанию анализируемого вещества. Наиболее распространенной визуальной меткой, ответственной за формирование обнаруживаемого сигнала в ЛПИА, являются наночастицы коллоидного золота. Несмотря на преимущества ЛПИА, некоторые из быстрых тестов все еще имеют недостаточную чувствительность. Один из подходов для ее повышения - использование новых типов меток с легко регистрируемым сигналом.

В настоящей работе на примере анализа прокальцитонина (Пкт) – специфического маркера бактериальной инфекции и сепсиса, в качестве меток антител наряду с обычными сферическими были получены, охарактеризованы и использованы наночастицы золота с новыми формами, такими как нано-попкорн, нанозвезды, а также агрегаты наночастиц. ЛПИА с использованием в качестве метки наночастиц золота в форме попкорна позволял определять Пкт в сыворотке крови в линейном диапазоне 0,5-

10 нг/мл с пределом обнаружения 0,1 нг/мл, что в пять раз лучше чувствительности анализа с наносферами золота. Другой подход для улучшения чувствительности анализа Пкт - использование агломератов наночастиц золота, образованных путем связывания меченных наночастицами золота биотинилированных антител со стрептавидином. Предложенные варианты ЛПИИ на порядок повышают чувствительность метода без проведения дополнительных стадий анализа и увеличения расхода специфических антител. Сферические наночастицы золота (35 нм) и наночастицы в форме попкорна (100 нм) использовались в сочетании с разработанным многодиапазонным градиентным ЛПИИ. Метод основан на определении различных диапазонов концентрации аналита за счет иммобилизации специфических антител на тест-полоске с постоянным (градиентным) увеличением их концентрации от линии к линии. Результат анализа оценивают визуально путем подсчета количества окрашенных тестовых линий, соответствующих определенному диапазону концентраций маркера сепсиса: $[\text{Пкт}] < 0,25$; $0,25 \leq [\text{Пкт}] < 0,5$; $0,5 \leq [\text{Пкт}] < 2$; $2 \leq [\text{Пкт}] < 10$; $[\text{Пкт}] \geq 10$ нг/мл. Сравнение ЛПИИ со стандартным иммуноферментным анализом ELISA (для $n = 82$) показало чувствительность 87,5% и 76,6%, а специфичность 92,3% и 92,3, соответственно. Таким образом, многодиапазонный градиентный ЛПИИ дает хорошие результаты при пороговых значениях Пкт в сыворотке крови, что важно для ранней диагностики сепсиса и тяжелой бактериальной инфекции. Предложенный метод имеет широкую область применения и может быть реализован во многих других тестовых системах на основе ЛПИИ.

HIERARCHICAL NANOGOLD LABELS FOR IMPROVING THE SENSITIVITY OF GRADIENT LATERAL FLOW IMMUNOASSAY FOR PROCALCITONIN

Osipov A.¹, Serebrennikova K.², Samsonova J.², Kuznetsov D.¹

¹National University of Science and Technology "MISiS", Moscow, Russia

²M.V.Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

E-mail: APOsipov@mail.ru

In recent years, due to the growing interest in the rapid detection of various biologically active substances, there is a need to develop quick, cheap and simple methods of analysis. One of the most common express methods of analysis in medical diagnostic is a lateral flow immunoassay (LFIA). The method is based on the following principle: a liquid sample that contains the analyte moves under the action of capillary forces through different zones of porous membrane strip impregnated with specific components. The result of the analysis is manifested in the form of colored lines in the test zone of the strip and the intensity of the staining is proportional to the content of the analyte. The most common visual label responsible for the formation of a detectable signal in an LFIA is colloidal gold. Short time of analysis, long-term stability of test strips, ease of use and the relative cheapness have resulted in the expansion of LFIA application to different fields in which rapid tests are required. In spite of LFIA advantages, some of the rapid tests are still not sufficiently sensitive and quantitatively accurate. To improve LFIA detection sensitivity a few approaches are used. Among them are development of new labels with an easily detectable signal and using suitable readout techniques.

In this study spherical nanogold labels along with new types of nanogold labels, such as gold nano-popcorns, gold nanostars and gold agglomerates were prepared, characterized and applied for LFIA on the example of bacterial infection and sepsis marker, procalcitonin (PCT).

LFIA with use of gold nano-popcorns as a label detected PCT linearly over the range of 0.5-10 ng/mL with the limit of detection at 0.1 ng/mL that was five times better the sensitivity of assay with gold nanospheres. Another approach to improve the sensitivity of PCT assay was the use of biotin-avidin system based agglomerates of gold nanoparticles. The complex conjugate is an agglomerate of gold nanoparticles formed by binding biotinylated antibodies labeled with gold nanoparticles to streptavidin. The amplification of the analytical signal is due to the accumulation of the agglomerates of gold nanoparticles in the test zone of the strip. In this cases, the sensitivity of PCT determination was 10 times better the sensitivity of conventional scheme with gold nanospheres as a label. The proposed approaches of LFIA allows improving the sensitivity of method without additional steps and increased consumption of specific reagents (antibodies). A new rapid semi-quantitative gradient LFIA of PCT was developed. The method is based on particular analyte cut-offs by immobilizing specific antibodies on the test strip with a consistent (gradient) increase in concentration from line to line. Semi-quantitative multi-range analysis is evaluated visually by counting the number of colored test lines corresponding to a certain concentration range of sepsis marker: $[PCT] < 0.25$; $0.25 \leq [PCT] < 0.5$; $0.5 \leq [PCT] < 2$; $2 \leq [PCT] < 10$; $[PCT] \geq 10$ ng·mL⁻¹. Large hierarchical GNPNs were used in combination with the PCT multi-range gradient LFIA. This multi-range gradient LFIA was implemented by using two types of label: spherical gold nanoparticles (35 nm) and hierarchical popcorn-like gold nanoparticles (100 nm). The comparison of this LFIA with an ELISA (for n = 82) yielded 87.5% and 76.6% sensitivities, and 92.3% and 92.3% specificities, respectively. Thus, multi-range gradient LFIA performs well at PCT thresholds, which is important for early diagnosis of sepsis and severe bacterial infection. In our perception, this method has a wide scope in that it may be implemented in numerous other LFIA based test systems.

РАЗРАБОТКА АЦИДОФИЛЬНОГО ПРОДУКТА С ИММУНОКОМПЛЕКСОМ ДЛЯ НАСЕЛЕНИЯ СЕВЕРА

Ахременко Я.А., Тарасова Л.А.

**ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова»,
г. Якутск, Россия**

E-mail: yanalex2007@vandex.ru

Нами разработан ацидофильный пробиотический продукт с природным иммунокомплексом для восстановления, сохранения и профилактики нарушений микрофлоры толстого кишечника и противоинфекционной резистентности организма.

В качестве закваски был предложен *L. acidophilus* т.к. нашими исследованиями было показано наличие значительного дефицита лактобактерий в кишечнике у населения Севера (в среднем 10⁴ - 10⁵ КОЕ/г против нормального содержания 10⁷ - 10⁸ КОЕ/г даже в группе практически здоровых людей). В качестве иммунокомплекса использован экстракт пантов северного оленя в сахарном сиропе («Эпсорин»).

Пребиотический эффект Эпсорина был доказан нами в условиях *in vitro* и *in vivo*. При этом показано, что активная фракция экстракта избирательно стимулирует рост лактобактерий. Показано и оптимизирующее действие «Эпсорина» на местный секреторный иммунитет.

Таким образом, разработанный ацидофильный продукт с природным иммунокомплексом обладает сочетанием высокого пробиотического и иммуномодулирующего эффектов. При этом, одновременное присутствие лактобактерий

и иммунокомплекса в продукте оказывает положительное влияние как на состояние кишечной микрофлоры, так и на функции иммунной системы.

DEVELOPMENT OF ACIDOPHILUS PRODUCT WITH IMMUNOCOMPLEX FOR POPULATION OF THE NORTH

Akhremenko Ya., Tarasova L.
Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "M. K. Ammosov North-Eastern Federal University", Yakutsk, Russia
E-mail: yanalex2007@yandex.ru

We have developed an acidophilic probiotic product with natural immunocomplex for the restoration, preservation and prevention of violations of the intestinal microflora and anti-infectious resistance of the organism.

As ferment we have proposed *L. Acidophilus* because our studies showed the presence of significant deficiency of Lactobacillus in intestines of population of the North (on average $10^4 - 10^5$ CFU/g versus normal maintenance of $10^7 - 10^8$ CFU/g even in the group of practically healthy people). The extract of reindeer antlers in sugar syrup ("Epsorin") was used as an immunocomplex.

We have proved the prebiotic effect of "Epsorin" in vitro and in vivo. It is shown that the active fraction of the extract selectively stimulates growth of lactobacilli. It also shows the optimizing effect of "Epsorin" on local secretory immunity.

Thus, developed acidophilic product with natural immunocomplex has a combination of high probiotic and immunomodulatory effects. At the same time, the simultaneous presence of lactobacilli and immunocomplex in the product has a positive effect on both the state of intestinal microflora and the function of the immune system.

ИЗУЧЕНИЕ АНТИМИКРОБНОЙ АКТИВНОСТИ ЭКСТРАКТОВ КУСТИСТЫХ ЛИШАЙНИКОВ, ПРОИЗРАСТАЮЩИХ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ

Тарасова Л.А., Ахременко Я.А.
ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова»,
Клиника МИ СВФУ, г. Якутск, Россия
E-mail: yanalex2007@yandex.ru

Широкое распространение лекарственной устойчивости среди микроорганизмов обуславливает актуальность поиска новых нестандартных источников антибиотиков. Особый интерес представляет изучение лишайников, в талломах которых содержатся лишайниковые кислоты, многие из которых обладают антимикробными свойствами. Содержание лишайниковых кислот зависит от вида лишайника.

Определение антимикробной активности этанольных экстрактов эпигейных и эпифитных кустистых лишайников семейств *Cladoniaceae* и *Parmeliaceae* проводили на эталонных штаммах микроорганизмов методом двукратных серийных разведений в жидкой питательной среде в 2 – 32 раз.

В качестве «отрицательного» контроля использовали вариант с питательной средой и соответствующей тест-культурой, не содержащий экстракт лишайника. Параллельно определялась активность 96% этилового спирта в отношении тех же тест-культур с использованием аналогичной методики.

Бактерицидный эффект всех экстрактов в отношении грамположительных бактерий достигался при использовании в более низких концентрациях (МПК 0,1-0,5 мг/мл). В отношении грамотрицательных бактерий антимикробный эффект примененных экстрактов был менее выражен и проявлялся в концентрациях более высоких, чем для грамположительных (МПК 0,3-1,0 мг/мл). Это дает основания предположить, что экстракты лишайников содержат природные антимикробные вещества, обладающие избирательной активностью в отношении эталонных микроорганизмов.

STUDY OF ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF EXTRACTS OF BUSHY LICHENS GROWING IN CENTRAL YAKUTIA

Tarasova L., Akhremenko Ya.

**Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "M. K. Ammosov North-Eastern Federal University", Yakutsk, Russia
E-mail: yanalex2007@yandex.ru**

Wide spreading of drug resistance among microorganisms determines the relevance of searching for new unconventional sources of antibiotics. Particular interest has the study of lichens, that thalli contain lichen acids. Many of them have antimicrobial properties. The content of lichen acids depends on the type of lichen.

Determination of the antimicrobial activity of ethanol extracts of apigenin and epiphytic bushy lichen of *Cladoniaceae* and *Parmeliaceae* families was carried out on the reference strains by the method of twofold serial dilutions in liquid nutrient medium by 2 – 32 times. As a "negative" control we used a variant with a nutrient medium and a corresponding test culture that does not contain lichen extract. At the same time, it was determined the activity of 96% ethyl alcohol against the same test cultures using a similar technique.

The bactericidal effect of all extracts against gram-positive bacteria was achieved when we used it in lower concentrations (MIC 0.1-0.5 mg/ml). Against gram-negative bacteria, the antimicrobial effect of used extracts was less pronounced and manifested in higher concentrations than for gram-positive bacteria (MIC 0.3-1.0 mg/ml). This suggests that lichen extracts contain natural antimicrobial substances that have excess activity against reference microorganisms.

ОДНОКРАТНОЕ ВВЕДЕНИЕ КАНДИДАТНОЙ ВАКЦИНЫ НА ОСНОВЕ РЕКОМБИНАНТНОГО АДЕНОВИРУСНОГО ВЕКТОРА ИНДУЦИРУЕТ ДЛИТЕЛЬНЫЙ ЗАЩИТНЫЙ ИММУНИТЕТ ПРОТИВ ВИРУСА БЕШЕНСТВА

**Никонова А.Э., Артемова Э.А., Лосич М.А., Зайкова О.Н.
ФГБУ «НИЦЭМ им. Н.Ф. Гамалеи», Москва, РФ.
E-mail: merrikful@gmail.com**

Бешенство — это острое инфекционное заболевание, общее для человека и животных, вызываемое РНК-содержащим вирусом бешенства (род *Lyssavirus*, сем *Rhabdoviridae*). Перспективным направлением разработки средств антирабической защиты является создание рекомбинантных вакцин на основе вирусных векторов, где ген гликопротеина (G) вируса бешенства встроен в геном другого вируса. Антитела, выработанные на белок G обладают нейтрализующей активностью и способны защитить организм от развития болезни.[1] Вирусные векторы безопасны для человека и способны обеспечивать высокий уровень экспрессии целевого гена в клетках-мишенях. В настоящее время вирусные векторы на основе рекомбинантного аденовируса человека 5 серотипа являются одними из наиболее широко используемых средств доставки генетической информации в клетки млекопитающих, в том числе человека. [2]

Ранее нами был сконструирован вектор на основе рекомбинантного аденовируса человека, экспрессирующего ген гликопротеина вируса бешенства штамма RV97.

Препарат аденовирусного вектора, несущего ген гликопротеина вируса бешенства штамма RV97 показал высокую иммуногенность на мышах при внутримышечном введении, а также защиту при введении летальной дозы вируса бешенства интрацеребрально.

Целью работы было изучить сроки формирования и длительность иммунитета в ответ на однократное введение препарата рекомбинантного аденовируса человека 5 серотипа, несущего ген гликопротеина вируса бешенства штамма RV97.

В опыте использовали две группы кроликов породы «Русская шиншилла». Первую группу иммунизировали внутримышечно рекомбинантным аденовирусом 5 серотипа, несущим ген гликопротеина G вируса бешенства штамма RV-97, в дозе 5×10^8 БОЕ; второй вводили физиологический раствор в равном объеме. У животных отбирали кровь и анализировали сыворотки крови кроликов с помощью реакции вируснейтрализации (FAVN). В соответствии с требованиями ВОЗ для антирабических вакцин уровень вируснейтрализующих антител в крови должен быть больше или равен 0,5 МЕ/мл не позднее чем через две недели после вакцинации.

Было показано, что в сыворотке крови иммунизированных кроликов уровень вируснейтрализующих антител на 14 день составил $29,8 \pm 10,19$ МЕ/мл, достиг пика на 42 сутки ($150,14 \pm 21,28$ МЕ/мл), а через 12 месяцев после иммунизации — $32,12 \pm 8,92$ МЕ/мл.

Таким образом, препарат на основе рекомбинантного аденовируса 5 серотипа, несущего ген гликопротеина (G) вируса бешенства, вызывает формирование высокого уровня антирабических вируснейтрализующих антител уже на 14 день и сохраняется на протяжении не менее 12 месяцев после иммунизации.

SINGLE ADMINISTRATION OF CANDIDATE VACCINE BASED ON RECOMBINANT ADENOVIRAL VECTOR INDUCES LONG-LASTING PROTECTIVE IMMUNITY AGAINST RABIES VIRUS

**Nikonova A., Artemova E., Losich M., Zaykova O.
N.F.Gamaleya NRCEM, Moscow, Russia
E-mail: merrikful@gmail.com**

Rabies is an acute infectious disease common for humans and animals caused by RNA-containing rabies virus of the genus *Lyssavirus* and family *Rhabdoviridae*. A promising area of development of anti-rabies protection is the creation of recombinant vaccines based on viral vectors, where the rabies virus glycoprotein gene is integrated in the genome of another virus. Antibodies against protein G with neutralizing activity can protect an organism from the development of the disease.[1] Viral vectors are safe for humans and capable of providing the high level of target gene expression in host cells. Currently, recombinant human adenovirus serotype 5 is one of the most widely used vector system for delivering genetic information to mammalian cells, including human cells.

Earlier we constructed a vector based on recombinant human adenovirus serotype 5 expressing the gene of glycoprotein rabies virus strain RV97.

The preparation of the adenoviral vector carrying the gene of rabies glycoprotein strain RV97 showed high immunogenicity in mice after intramuscular administration, as well as protection with the intracerebral injection of a lethal dose of rabies virus.

The aim of the research was to study the timing and duration of immunity in response to a single injection of recombinant human adenovirus serotype 5, carrying the gene of rabies glycoprotein strain RV97.

In the experiment two groups of rabbits, breed "Russian Chinchilla", were used. The first group was immunized intramuscularly by recombinant adenovirus serotype 5 carrying the gene of rabies glycoprotein G strain RV-97, at a dose of 5×10^8 PFU; the second received saline in an equal volume. Blood samples were taken from the animals and the serum was analyzed using the virus neutralization reaction (FAVN). In accordance with the WHO requirements for anti-rabies vaccines, the level of virus neutralizing antibodies in the blood should be greater than or equal to 0.5 IU/ml not later than two weeks after vaccination.

It was shown that levels of virus neutralizing antibodies in the serum of immunized rabbits amounted to 29.8 ± 10.19 IU/ml on day 14, peaked on day 42 (150.14 ± 21.28 IU/ml), and were at 32.12 ± 8.92 IU/ml 12 months after immunization.

Therefore, the preparation based on recombinant adenovirus serotype 5, carrying the gene of rabies glycoprotein (G), leads to the formation of a high level of anti-rabies neutralizing antibodies for 14 days and persists for at least 12 months after immunization.

References:

1. Sedova E.S., Shmarov M.M. New recombinant rabies vaccines. *BIOpreparations. Prevention, Diagnosis, Treatment*. 2016;16(4):219-228. (In Russ.)
2. Tims T., Briggs D.J., Davis R.D., Moore S.M., Xiang Z., Ertl H.C., Fu Z.F. 2000. Adult dogs receiving a rabies booster dose with a recombinant adenovirus expressing rabies virus glycoprotein develop high titers of neutralizing antibodies. *Vaccine*. 18, 2804-2807.
3. Metlin A, Paulin L, Suomalainen S, Neuvonen E, Rybakov S, Mikhailishin V, Huovilainen A. Characterization of Russian rabies virus vaccine strain RV-97. *Virus Research*. 2008

НОВЫЙ МЕТОД ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОТИВОРАКОВЫХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ

Ванев А.^{1,2}, Лопатухина Е.^{1,4}, Алова А.^{1,3}, Ерофеев А.^{1,2,3}, Горелкин П.^{3,4,8},
Красновская О.¹, Колмогоров В.^{1,2,3}, Корчев Ю.^{3,5,6}, Клячко Н.¹, Мажуга А.^{1,3,7},
Эдвардс С.^{5,8}, Новак П.^{3,5,8}

¹Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

²ООО «НаноПрофилинг», инновационный центр «Сколково», Москва, Россия

³Национальный Исследовательский Университет «МИСиС», Москва, Россия

⁴ООО «Медицинские нанотехнологии», инновационный центр «Сколково», Москва, Россия

⁵Имперский колледж Лондона, Лондон, Великобритания

⁶WPI Nano Life Science Institute, Университет Канадзава, Канадзава, Япония

⁷Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия

⁸ICAPPIC Limited, Лондон, Великобритания

E-mail: vaneev.aleksandr@gmail.com

Образование активных форм кислорода (АФК) связано с индукцией апоптоза. Изучение внутриклеточной концентрации АФК может представлять собой одну из возможностей для изучения воздействия лекарств на раковые клетки. АФК, высвобождаемые из клеток во время апоптоза, играют решающую роль в развитии рака и нейродегенеративных заболеваний. В настоящее время существует проблема разработки методов лечения раковых опухолей, и первоочередной задачей является быстрая оценка эффективности противоопухолевых препаратов. Определение АФК в единичных клетках привлекает все большее внимание. Однако традиционные флуоресцентные красители имеют ряд недостатков. Известно, что эти красители по своей природе являются цитотоксичными и, таким образом, могут значительно изменять клеточный метаболизм.

Таким образом, мы разработали электрохимический метод определения АФК внутри клеток. Используя этот метод, можно оценить влияние разработанных препаратов на клетки. Мы оценили влияние доцетакселя, монотетилауристатина Е, а также абиратерона, которые были предварительно конъюгированы с вектором, специфичным к ПСМА-рецептору. Исследования проводили на клеточных линиях 22RV1(ПСМА +) и РС-3 (ПСМА -). Было показано увеличение АФК при использовании конъюгатов по сравнению с препаратами без вектора.

Также было изучено влияние препаратов на основе комплексов меди на клеточную линию MCF-7, было показано, что комплексы с медью при различной степени окисления, в зависимости от лигандов, могут оказывать различное влияние на опухолевые клетки. Комплексы с медью в различной степени окисления, в зависимости от лигандов, могут по-разному влиять на опухолевые клетки. В будущем этот метод поможет оценить эффективность лекарств *in vitro* с последующим выбором соединений лидеров для доклинических испытаний.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации в рамках Программы повышения конкурентоспособности НИТУ «МИСиС», реализуемой постановлением правительства от 16 марта 2013 г. № 211 (грант № В100-н1-п22).

NEW APPROACH FOR TESTING EFFICIENCY OF NOVEL ANTICANCER DRUGS

**Vaneev A.^{1,2}, Lopatuhina E.^{1,4}, Alova A.^{1,3}, Erofeev A.^{1,2,3}, Gorelkin P.^{3,4,8},
Krasnovskaya O.¹, Kolmogorov V.^{1,2,3}, Korchev Y.^{3,5,6}, Klyachko N.¹, Majouga A.^{1,3,7},
Edwards S.^{5,8}, Novak P.^{3,5,8}**

¹Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

²NanoProfiling LLC, Skolkovo Innovation Center, Moscow, Russia

National University of Science and Technology «MISIS», Moscow, Russia

⁴Medical Nanotechnology LLC, Skolkovo Innovation Center, Moscow, Russia

⁵Imperial College London, London, United Kingdom

⁶WPI Nano Life Science Institute (WPI-NanoLSI), Kanazawa University, Kakumachi, Kanazawa, Japan

⁷D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia

⁸ICAPPIC Limited, London, United Kingdom

E-mail: vaneev.aleksandr@gmail.com

Reactive oxygen species (ROS) is associated with induction of apoptosis. The study of intracellular ROS levels may represent one possibility to research the effects of drugs in inflammatory cells. ROS are released from cells during apoptosis, play a crucial role in the development of cancer and neurodegenerative diseases. Nowadays, there is the problem of developing methods for treating cancer tumors, and quickly evaluation of the anticancer drugs efficiency is the priority. The ROS determination using nanosensors in single cells has gained increasing attention. However, traditional fluorescent dyes have a number of disadvantages. These dyes are known to be intrinsically cytotoxic and thus can significantly alter cellular metabolism.

Here, we have developed an electrochemical method for determining the ROS inside the cells. Using this method, it is possible to evaluate the effect of the developed drugs on the cells. We evaluated the effect of PSMA (Prostate-Specific Membrane Antigen) - specific carrier equipped by docetaxel, monomethyl auristatin E or Abiraterone on cell lines with (22RV1) and without (PC-3) PSMA receptors. Our data obtained by using carbon-filled quartz nanopipettes with platinum tips showed a ROS increase using conjugates compared with native drugs. We also studied the effect of drugs based on copper complexes on the cell line MCF-7 and demonstrated that complexes with copper in various degrees of oxidation, depending on the ligands, can have different effects on tumor cells. Complexes with copper in various degrees of oxidation, depending on the ligands, can have different effects on tumor cells. In the future, this method may allow evaluating the effect of drugs in vitro and to help validate drug candidates for preclinical evaluation.

The work was carried out with financial support from the Ministry of Education and Science of the Russian Federation in the framework of increase Competitiveness Program of NUST "MISIS", implemented by a governmental decree dated 16th of March 2013, No 211. (grant No. B100-н1-п22).

ИНИЦИАЦИЯ ТРАНСЛЯЦИИ мРНК ЭНТЕРОВИРУСОВ КАК МИШЕНЬ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ПРОТИВОВИРУСНЫХ ПРЕПАРАТОВ

**Никонова Е.Ю., Виноградова Е.С., Невская Н.А., Гарбер М.Б., Никонов С.В.,
Никонов О.С.**

**Институт белка РАН, 142290, Московская область, г. Пущино, ул.
Институтская, 4, РФ**

E-mail: katya_nik@vega.protres.ru

Энтеровирусы поражают высших позвоночных, являясь причиной широчайшего спектра заболеваний. Вызываемые ими инфекционные заболевания могут приводить к неизлечимым изменениям в зараженном организме, поражениям центральной нервной системы, параличам, отекам и даже к летальному исходу. Они легко передаются от реципиента к реципиенту воздушно-капельным и/или фекально-оральным способами. При этом до сих пор нет медицинских препаратов доказанного прямого противовирусного действия, и лечение энтеровирусных инфекций носит симптоматический, поддерживающий характер, чего в ряде случаев бывает явно недостаточно.

IRES, как важнейший регуляторный элемент синтеза вирусных белков, является многообещающей мишенью для противовирусных препаратов. Для создания таких препаратов необходимо четкое понимание механизма работы как самого IRES, так и дополнительных факторов, вовлеченных в инициацию трансляции вирусной мРНК.

Нами показано, что глицил-тРНК синтетаза человека специфически связывает фрагменты IRES I вирусов, таксономически удаленных друг от друга, с близкими константами. Это указывает на универсальность механизма регуляции инициации трансляции при помощи глицил-тРНК синтетазы для таких вирусов и на схожесть пространственных структур соответствующих участков их мРНК.

Изучение механизма регуляции инициации трансляции энтеровирусных мРНК глицил-тРНК синтетазой человека даст возможность разработать медицинские препараты с программируемым прямым противовирусным действием.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 19-34-90135

ENTEROVIRAL mRNA TRANSLATION INITIATION AS A TARGET FOR ANTIVIRAL DRUG DESIGN

**Nikonova E., Vinogradova E., Nevskaya N., Garber M., Nikonov S., Nikonov O.
Institute of protein research, 142290, Moscow region, Pushchino, Institutskaya
str., 4**

E-mail: katya_nik@vega.protres.ru

Enteroviruses infect higher vertebrates, causing a wide range of diseases from ordinary cold to central nervous system damage, paralysis, edema and even death. They are easily transmitted from the recipient to the recipient by air and / or fecal-oral methods. So far there are no proven medicine with direct anti-enterovirus action, and the treatment of enteroviral infections is still only symptomatic and sustaining, which in some cases is clearly not enough.

IRES is an important regulator of synthesis of viral proteins. Thus, it is a promising target for antiviral drugs. It actualizes studies on designing and finding antiviral drugs directed against IRES. Designing such preparations requires clear understanding of mechanisms underlying function of IRES as such and additional factors involved in initiation of viral mRNA translation.

We have shown that human glycyl-tRNA synthetase binds specifically to the viral IRES I taxonomically distant from each other with similar constants. This indicates the universality of the mechanism of initiation translation regulation conducted by human glycyl-tRNA synthetase and the similarity of the IRES structures.

The study of the mechanism of regulation of enteroviral mRNA translation initiation by human glycyl-tRNA synthetase will make it possible to develop drugs with programmable direct antiviral action.

This work was supported by RFBR № 19-34-90135

ПРИМЕНЕНИЕ КРАСНОГО ФЛУОРЕСЦЕНТНОГО БЕЛКА KillerRed ДЛЯ ОЦЕНКИ БАКТЕРИЦИДНОГО ДЕЙСТВИЯ АНТИМИКРОБНЫХ ПРЕПАРАТОВ

Назаров П.А.¹, Каракозова М.В.²

**1НИИ Физико-химической биологии им. А.Н. Белозерского МГУ,
Москва, Россия**

**²Сколковский институт науки и технологий, Москва, Россия
E-mail: nazarovpa@gmail.com, M.Karakozova@skoltech.ru**

Антибиотики нацелены на процессы биосинтеза, необходимые для роста клеток, таким образом, торможение синтеза нуклеиновой кислоты, белка или клеточной стенки приводит к прекращению роста и часто к гибели клеток. Однако не известно, почему некоторые лекарства являются бактерицидными, тогда как другие бактериостатическими.

Бактериостатическим называется препарат, который предотвращает рост и размножение бактерий, но не обязательно убивает их. Когда антибиотик удален из окружающей среды, бактерии начинают расти снова. Бактерицидным называется препарат, который убивает бактерии. Бактерицидные агенты обычно не в состоянии убить каждую бактерию в течение 18-24 часов, особенно, если инокулят бактерий большой. Тогда как некоторые бактериостатические агенты убивают 90%-99% популяции некоторых бактерий в течение 18–24 часов после теста, однако не в состоянии убить все бактерии, чтобы называться бактерицидными. Известно, что популяция бактерий неоднородна фенотипически, и часть бактерий, не обладая генами устойчивости к антибиотикам, выживает при антибиотикотерапии. При этом не ясно, являются ли выжившие клетки частью исследуемой популяции бактерий, что требует проведения либо дополнительных исследований, либо маркировки клеток.

KillerRed, димерный флуоресцентный белок, обладающий красной флуоресценцией с максимумом возбуждения 585 нм и максимумом эмиссии 610 нм. Он не проявляет токсических свойств до активации светом с длиной волны 540-590 нм и теоретически пригоден для оценки клеточной популяции.

Мы использовали систему прокариотической экспрессии белка KillerRed (получена из лаборатории биофотоники Института Биоорганической химии РАН) и трансформировали ею делеционный мутант *Escherichia coli* K-12 MG1655 по гену *acrB*. Ген *acrB* кодирует

белок помпы AcrAB-TolC, и делеционный мутант, таким образом, не способен откачивать субстраты транспортера AcrAB-TolC из бактериальной клетки. Полученный делеционный мутант Δ AcrB (KillerRed) использовался для оценки бактерицидного действия нескольких антибактериальных препаратов – тетрациклина, SkQ1, DNP (2,4-dinitrophenol), CCCP (carbonyl cyanide m-chlorophenyl hydrazone) и нами было установлено, что тетрациклин, DNP и SkQ1 обладают бактерицидным действием в отношении делеционных мутантов Δ AcrB (KillerRed) *Escherichia coli* K-12 MG1655. Мы сравнили антибактериальную активность делеционного мутанта Δ AcrB *Escherichia coli* K-12 MG1655 с этим же делеционным мутантом, экспрессирующим белок KillerRed, в отношении перспективного антибиотика SkQ1, субстрата помпы AcrB-TolC и не обнаружили разницы в антибактериальном действии. Таким образом, нами предложен новый способ оценки бактерицидного действия антимикробных препаратов, позволяющий качественно оценивать выжившую популяцию клеток.

APPLICATION OF KillerRed RED FLUORESCENT PROTEIN FOR EVALUATION OF THE BACTERICIDAL ACTION OF ANTIMICROBIAL DRUGS

Nazarov P.¹, Karakozova M.²

¹Belozersky Institute, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

²Skolkovo Institute of Science and Technology, Moscow, Russia

E-mail: nazarovpa@gmail.com, M.Karakozova@skoltech.ru

Antibiotics target biosynthesis processes necessary for cell growth, thus inhibiting the synthesis of nucleic acid, protein or cell wall leads to cessation of growth and often cell death. However, it is not known why some drugs are bactericidal, while others are bacteriostatic.

Bacteriostatic is a drug that prevents the growth and reproduction of bacteria, but does not necessarily kill them. When the antibiotic is removed from the environment, the bacteria begin to grow again. A bactericidal drug is a drug that kills bacteria. Bactericidal agents are usually not able to kill every bacterium within 18-24 hours, especially if the bacteria inoculum is large. While some bacteriostatic agents kill 90% -99% of the population of certain bacteria within 18-24 hours after the test, they are not able to kill all bacteria to be called bactericidal. It is known that the bacterial population is phenotypically heterogeneous, and some bacteria, lacking antibiotic resistance genes, survive with antibiotic therapy. However, it is not clear whether the surviving cells are part of the studied bacterial population, which requires either additional studies or cell labeling.

KillerRed, is a dimeric fluorescent protein with red fluorescence with a maximum excitation of 585 nm and a maximum emission of 610 nm. It does not exhibit toxic properties until activated by light with a wavelength of 540-590 nm, and is theoretically suitable for assessing the cell population.

We used the KillerRed prokaryotic protein expression system (obtained from the biophotonics laboratory of the Institute of Bioorganic Chemistry, Russian Academy of Sciences) and transformed it the *acrB* gene-deletion mutant of *Escherichia coli* K-12 MG1655. The *acrB* gene encodes an AcrAB-TolC pump protein, and the deletion mutant is thus not able to pump out the AcrAB-TolC transporter's substrates from the bacterial cell. The obtained deletion mutant Δ AcrB (KillerRed) was used to evaluate the bactericidal effect of several antibacterial drugs - tetracycline, SkQ1, DNP (2,4-dinitrophenol), CCCP (carbonyl cyanide m-chlorophenyl hydrazone) and we found that tetracycline, DNP and SkQ1 possess bactericidal action against deletion mutants Δ AcrB (KillerRed) *Escherichia coli* K-12 MG1655. We compared

the antibacterial activity of the Δ AcrB deletion mutant *Escherichia coli* K-12 MG1655 with the same deletion mutant expressing the KillerRed protein against the promising antibiotic SkQ1, the substrate of the AcrB-TolC pump, and did not find a difference in the antibacterial effect. Thus, we proposed a new method for evaluating the bactericidal action of antimicrobial agents, which allows a qualitative assessment of the surviving cell population.

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА МИКРОКЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОМ ПРЕДПРИЯТИИ

**Николаева Н.И., Лукичева Т.А., Филин А.С.
ГБОУ ВПО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России, г. Москва.
ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России, г. Москва
<https://www.sechenov.ru/>, <https://rmapo.ru/>**

В настоящее время на фармацевтических предприятиях условия труда способны оказать негативное влияние на здоровье работающих, что, может быть, обусловлено несоответствием уровня производственных факторов современным гигиеническим нормативам. Сказанное, по большей мере, можно отнести к фармацевтическим складам, где в формировании неблагоприятного воздействия на здоровье сотрудников, участвуют такие факторы, как неблагоприятный микроклимат и физическая работа.

Целью настоящих исследований явилась гигиеническая оценка параметров микроклимата основных складских помещений и помещений фармацевтического склада с особыми условиями хранения и клинической логистики, в качестве которого был выбран склад международной фармацевтической компании (Германия), находящийся в Московской области.

Оценка микроклимата проводилась на основе измерений его параметров и сопоставления полученных данных с санитарными правилами и нормами, также использовано «Руководства по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда» Р 2.2.2006-05.

Основными профессиями, занятыми в технологическом процессе, являются: грузчики, провизоры, операторы.

Категория работ рабочих складских помещений по интенсивности энергозатрат организма относится к IIа и IIб.

При анализе результатов, полученных при измерении параметров микроклимата в приёмно-отгрузочном отделении, было установлено, что температура воздуха может выходить за рамки допустимых параметров и быть больше на 3°C (тёплый период года) и ниже на 3°C (холодный период года). Таким образом условия труда грузчиков соответствуют вредному 3.2 классу.

На рабочих местах складского помещения уровни температуры воздуха выше оптимальных параметров микроклимата на 1°C (тёплый период года) и ниже на 3°C (холодный период года). Таким образом, условия труда соответствуют вредным 3.1 и 3.2 классам.

В помещениях специального хранения температура воздуха поддерживается в любое время года на уровне (-40°C), то есть люди работают в условиях экстремально низких температур.

Анализ данных медицинских осмотров свидетельствуют, что наибольший удельный вес числа случаев простудных заболеваний с временной утратой трудоспособности

приходится на рабочих приемно-отгрузочного отделения по сравнению с сотрудниками других отделов.

Таким образом, проведенная оценка микроклимата основных рабочих мест и основных складских помещений и помещений с особыми условиями хранения фармацевтического склада клинической логистики международной фармацевтической компании (Германия) свидетельствует, что условия труда работающих относятся: к вредным (класс 3.2) – помещение приёмно-отгрузочного отделения и склад; опасным (класс 4) – помещения со специальными условиями хранения.

HYGIENIC EXPERT MICROCLIMATICS ON THE PHARMACEUTICAL ENTERPRISE

Nikolaeva N., Lukicheva T., Filin A.

**HBOU VPO First MG MU im. I.M. Sechenov of the Russian Ministry of Health,
Moscow.**

FSBU DPO RMANPO of the Russian Ministry of Health, Moscow

<https://www.sechenov.ru/> , <https://rmapo.ru/>

Currently, in pharmaceutical enterprises, working conditions can have a negative impact on the health of workers, which may be due to the inconsistency of the level of production factors with modern hygiene standards. This can be attributed to pharmaceutical warehouses, where factors such as adverse microclimate and physical work are involved in the formation of adverse health effects on employees.

The aim of these studies was to hygienic assessment of the microclimate parameters of the main warehouses and premises of the pharmaceutical warehouse with special storage conditions and clinical logistics, which was chosen as an international warehouse pharmaceutical company (Germany), located in the Moscow region.

The microclimate assessment was based on measurements of its parameters and comparison of the data obtained with sanitary regulations and regulations, and the "Guide to Hygiene Assessment of The Working Environment and Work Process Factors. Criteria and classification of working conditions" P 2.2.2006-05.

The main professions engaged in the process are: movers, pharmacists, operators.

The category of work of working warehouses by the intensity of the body's energy expenditure belongs to the IIa и IIb.

When analyzing the results obtained when measuring the parameters of the microclimate in the receiving and shipping compartment, it was found that the air temperature can go beyond the acceptable parameters and be more by 3°C (warm period of the year) and lower by 3°C (coldest period of the year). Thus, the working conditions of the movers correspond to the harmful 3.2 class.

In warehouse workplaces, air temperature levels are higher than the optimal parameters of the microclimate by 1°C (warm period of the year) and lower by 3°C (cold period of the year). Thus, working conditions correspond to harmful 3.1 and 3.2 classes.

In special storage facilities, the air temperature is maintained at any time of the year at the level (-40°C), that is, people work in extremely low temperatures.

Analysis of medical examinations shows that the largest proportion of cases of colds with temporary disability is in the work of the receiving and shipping department compared to employees of other departments.

Thus, the assessment of the microclimate of the main jobs and basic warehouses and premises with special storage conditions of the pharmaceutical warehouse of clinical logistics of

the international pharmaceutical company (Germany) shows that the working conditions of the workers include: harmful (class 3.2) - the room of the reception and shipping department and the warehouse; Dangerous (class 4) - rooms with special storage conditions.

ИЗМЕРЕНИЕ ЛОКАЛЬНЫХ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ОПУХОЛЕВЫХ КЛЕТОК ПОД ДЕЙСТВИЕМ ТЕРАПЕВТИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ МЕТОДОМ СКАНИРУЮЩЕЙ ИОН-ПРОВОДЯЩЕЙ МИКРОСКОПИИ

**Колмогоров В.С.^{1,2,3}, Савин Н.А.³, Яковлев А.П.³, Алова А.В.^{1,2}, Юдина А.С.¹,
Гаранина А.С.³, Ерофеев А.С.^{1,2,3}, Горелкин П.В.^{2,4,8}, Клячко Н.Л.¹, Киреев И.И.¹,
Мажуга А.Г.^{1,3,7}, Эдвардс К.^{5,8}, Корчев Ю.Е.^{3,5,6}, Новак П.^{3,5,8}**

¹Московский Государственный Университет им. Ломоносова, Москва, Россия

²ООО "Нанопрофайлинг", Инновационный центр Сколково, Москва, Россия

³Национальный Исследовательский Университет "МИСИС", Москва, Россия

⁴ООО "Медицинские нанотехнологии", Москва, Россия

⁵Имперский колледж Лондона, Лондон, Великобритания

⁶WPI Nano Life Science Institute (WPI-NanoLSI), Университет Каназавы,
Каназава, Япония

⁷Российский химико-технологический университет им. Менделеева, Москва,
Россия

⁸ICAPPIC Limited, Лондон, Великобритания

E-mail: yskolmogorov@gmail.com

Сканирующая ион-проводящая микроскопия (SICM) - это новый метод сканирующей зондовой микроскопии с наноразмерным боковым и вертикальным разрешением [Korchev et al., 2009], который позволяет обеспечить неинвазивное исследование *in vitro* отдельной клетки в условиях приближенных к физиологическим. За счет небольшого давления, возникающего за счет межмолекулярных сил отталкивания между клеточной мембраной и острием нанопипетки, можно обеспечить бесконтактное измерение жесткости с помощью SICM [Clarke et al., 2016]. Жесткость может быть измерена локально на разных участках клетки, из-за малого размера острия нанопипетки, в отличие от АСМ, где используются большие сферические зонды.

В данной работе измерена жесткость клеток РСЗ рака предстательной железы человека и HT1080 человеческой фибросаркомы под действием паклитаксела и монометил ауристатина для стабилизации и деполимеризации микротрубочек соответственно, а также цитохалазина-д для деполимеризации актиновых филаментов. Результаты работы показали значительную разницу в значениях жесткости в случае измерения в области ядра и периферии клетки в обеих клеточных линиях. Измеренная жесткость после обработки паклитакселом показывает значительное повышение жесткости в области над ядром и в области периферии, тогда как обработка монометил ауристатином приводила к обратному эффекту. Аналогичное падение жесткости наблюдалось после воздействия цитохалазина-д для обеих клеточных линий.

Эксперименты с GFP-прогерином были проведены в гетерогенной популяции HT1080 с контрольными и GFP-прогериновыми клетками. Контрольное измерение жесткости показывает ~ 1,7 кПа и ~ 0,7 кПа, когда клетки, обработанные GFP-прогерином, увеличивали значение только в области над ядром (~ 2 кПа).

Как мы видим, измерение жесткости на основе SICM показывает различные эффекты паклитаксела, монометил ауристатина, цитохалазина-д и прогерина на

компарменты раковых клеток, включая актин, микротубулин и мембрану ядра, соответственно.

Работа поддержана Министерством науки и высшего образования РФ в рамках Программы повышения конкурентоспособности НИТУ "МИСИС", реализуемой постановлением правительства от 16 марта 2013 года, грант № В100-н1-п22

LOCAL MECHANICAL PROPERTIES MEASURED BY SCANNING ION-CONDUCTANCE MICROSCOPY FOR TUMOR CELL EXPOSED TO THERAPEUTIC DRUGS

Kolmogorov V.^{1,2,3}, Savin N.³, Iakovlev A.³, Alova A.^{1,2}, Yudina A.¹, Garanina A.³, Erofeev A.^{1,2,3}, Gorelkin P.^{2,4,8}, Klyachko N.¹, Kireev I.¹, Majouga A.^{1,3,7}, Edwards C.^{5,8}, Korchev Y.^{3,5,6}, Novak P.^{3,5,8}

¹ Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

² NanoProfiling LLC, Skolkovo Innovation Centre, Moscow, Russia

³ National University of Science and Technology «MISiS», Moscow, Russia

⁴ Medical Nanotechnology LLC, Skolkovo Innovation Centre, Moscow, Russia ⁵ Imperial College London, London, United Kingdom

⁶ WPI Nano Life Science Institute (WPI-NanoLSI), Kanazawa University, Kakumachi, Kanazawa, Japan

⁷ D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia

⁸ ICAPPIC Limited, London, United Kingdom

E-mail: vskolmogorov@gmail.com

Stiffness measurement of single cell via Scanning Ion-conductance Microscopy (SICM) is a novel method of studying cell mechanical properties. Due to the work principle of SICM [Korchev et al., 2009], which is allow to topography mapping with lateral and vertical nanoscale resolution. Also, it's possible to provide simultaneously stiffness mapping, due to applying low stress on cell surface [Clarke et al., 2016], whose nature is intrinsic colloidal pressure between nanopipette tip and cell membrane. Nanoscale diameter of nanopipette tip allows to obtain cell stiffness distribution on different parts of single cell.

We report cell stiffness measurement of drug-induced alterations in cancer cell compartments studied by SICM, specifically, we measured fibrosarcoma cells (HT1080) transfected with Progerin, which is integrate in protein structure of nucleus membrane. Progerin was modified with GFP fluorescence dye (GFP-Progerin). Also, we provided stiffness measurement on PC3 cells and HT1080 human fibrosarcoma exposed to paclitaxel and monomethyl auristatin for stabilization and depolymerization of microtubules, respectively, as well as cytochalasin-d for depolymerization of actin filaments.

Experiments with GFP-Progerin were provided in heterogeneous population of HT1080 with control and GFP-Progerin transfected cells. Control cell stiffness measurement shows ~1.7kPa and ~0.7kPa, when GFP-Progerin treated cells increased value only on nucleus area. In control and treated PC3 and HT1080 cells we measured cell stiffness upon the nucleus area and cytoplasm area, which are show two different values in control cells. Measured stiffness after Paclitaxel treatment shows significantly increased stiffness value on nucleus area and cytoplasm area, whereas monomethyl auristatin shows reverse effect for both cell lines, as well as after cytochalasin-d treatment

As we can see, SICM-base measurement of stiffness shows different effects Paclitaxel, Monomethyl auristatin, Cytochalasin-D and Progerin on cancer cell compartments, including

actin, microtubulin and nucleus membrane, respectively. Drug-induced disruptions of these cell compartments lead to cell mechanical properties alteration, depending on inhibition mechanism.

The work was carried out with financial support from the Ministry of Education and Science of the Russian Federation in the framework of increase Competitiveness Program of NUST "MISIS", implemented by a governmental decree dated 16th of March 2013, No B100-n1-p22.

НОВЫЕ ПОХОДЫ В ТЕРАПИИ ПАЦИЕНТОВ С ХРОНИЧЕСКИМИ НАРУШЕНИЯМИ СОЗНАНИЯ МЕТОДОМ ТРАНСКРАНИАЛЬНОЙ МАГНИТНОЙ СТИМУЛЯЦИИ

Усольцева Н.И., Горбешко Г.А., Бородин М.М.
Федеральный научный клинический центр реаниматологии и реабилитологии,
Россия, 107031, г. Москва, ул. Петровка, д. 25, стр.2.
E-mail: neurolabfnc@yandex.ru

Терапия пациентов, перенесших тяжелые травматические и нетравматические повреждения головного мозга - одна из сложных задач современной медицины. Последствия поражений головного мозга проявляются выраженными структурными повреждениями, приводящими к развитию бессознательного состояния и другим серьезным нарушениям. Применение неинвазивных методов нейростимуляции открывает новые возможности в реабилитации данной когорты пациентов.

Цель исследования: подбор персонифицированного алгоритма рТМС у пациентов с хроническими нарушениями сознания путем проведения термокартирования коры головного мозга и навигационной ТМС.

Материал и методы:

В исследование были включены 5 пациентов в длительном бессознательном состоянии (персистирующем вегетативном состоянии и состоянии минимального сознания) после перенесенных тяжелых повреждений головного мозга в возрасте от 32 до 49 лет, средний возраст составил $38,8 \pm 6,4$ лет. Причиной бессознательного состояния послужило гипоксическое повреждение головного мозга, перенесенная тяжелая ЧМТ, ОНМК.

Термокартирование головного мозга проводилось методом РТМ при помощи аппарата «РТМ-01», определение локусов для стимуляции - путем навигационной ТМС на аппарате Nexstim eXimia NBS.

Результаты: Показано, что проведение рТМС сопровождается изменением термобаланса головного мозга в зоне стимуляции. После сопоставления данных термокартирования и анатомических ориентиров зон головного мозга были определены локусы для проведения сеансов рТМС. Всем пациентам проводилось 10 сеансов рТМС. Были получены положительные результаты, что проявлялось клиническим улучшением состояния пациентов, определяемым по шкалам CRS-R, FOUR, повышением уровня сознания.

Таким образом, применение персонифицированного подхода к подбору индивидуального алгоритма рТМС с помощью термокартирования головного мозга и сопоставления данных термобаланса с навигационной ТМС открывает новые возможности в реабилитации пациентов с хроническими нарушениями сознания.

NEW APPROACHES IN THE TREATMENT OF PATIENTS WITH CHRONIC IMPAIRED CONSCIOUSNESS BY TRANSCRANIAL MAGNETIC STIMULATION

Usoltseva N., Gorbeshko G., Borodin M.

**Federal Research and Clinical Center of Intensive Care Medicine and Rehabilitology
25 Petrovka str., Build. 2, Moscow 107031, Russia.**

E-mail: neurolabfnc@yandex.ru

The treatment of patients who have suffered severe traumatic and non-traumatic brain injuries is one of the challenges of modern medicine. The consequences of brain damage are manifested by severe structural damage, leading to the development of an unconscious state and other serious disorders. The use of non-invasive methods of neurostimulation opens up new possibilities in the rehabilitation of this cohort of patients.

Objective: to select a personalized rTMS algorithm in patients with chronic impaired consciousness by conducting thermal mapping of the cerebral cortex and navigation TMS.

Material and methods:

The study included 5 patients in a prolonged unconscious state (a persistent vegetative state and a state of minimal consciousness) after suffering severe brain injuries aged 32 to 49 years, the average age was 38.8 ± 6.4 years. The cause of the unconscious state was hypoxic damage to the brain, suffered a severe head injury, stroke.

The brain was thermo-mapped using the RTM method using the RTM-01 apparatus, loci for stimulation were determined using the navigation TMS using the Nexstim eXimia NBS apparatus.

Results: It was shown that rTMS is accompanied by a change in the thermal balance of the brain in the stimulation zone. After comparing the thermal mapping data and the anatomical landmarks of the brain zones, loci were determined for conducting rTMS sessions. All patients underwent 10 rTMS sessions. Positive results were obtained, which was manifested by a clinical improvement in the condition of patients, determined by the CRS-R, FOUR scales, and an increase in the level of consciousness.

Thus, the application of a personalized approach to the selection of an individual rTMS algorithm using thermal imaging of the brain and comparison of thermal balance data with navigation TMS opens up new possibilities in the rehabilitation of patients with chronic impaired consciousness.

NEW MATERIALS FOR BATTERIES AND LED DIODES

Mile Ivanda¹, Mirsad Pipic¹, Kukushkin S.²

¹Ruder Boskovic Institute, Zagreb, Croatia

²Institute for Problems in Mechanical Engineering of Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, Russia

E-mail: neurolabfnc@yandex.ru

The success of Li-ion batteries in the early 1960s took years of research and contribution of many scientists and engineers. Since then there are several electronic revolutions and still lithium-ion (Li-ion) cells are the most widely used as rechargeable battery system for portable electronic devices and electrical vehicles. It has many advantages like high energy density, long storage life, small volume, light weight, low self-discharge efficiency and non-memory

effect. The most widely used anode is graphite whose lithiated compounds have stable phases up to the LiC₆ stoichiometry corresponding to a theoretical specific capacity of 372 mAh / g[1]. In contrast, silicon possesses a very high theoretical capacity of 4200 mAh / g and can intercalate 4.4 Li into Si at high temperature to form Li₁₅Si₄[2]. Silicon also features a working potential around 0.4 V vs. Li⁺/Li which is safer than operating potential of graphite (0.05 V vs. Li⁺/Li). Although silicon possesses all of these advantages, silicon based anodes suffer from huge volume expansion upon cycling (≈400%) causing electrode fracture and electrical isolation during repeated cycling [3]. Continuous volume changes cause the breaking-reformation of the solid electrolyte interphase (SEI) film which leads to consumption of lithium-ions and electrolyte. Exhaustion of the electrolyte causes the degradation of conductivity and induces fast capacity loss [4]. The porous structure can provide a large space to accommodate volume expansion and provide a large surface area for lithium-ion transport from electrolyte to silicon [5]. In this work we present silicon microparticles as anode material for lithium-ion battery.

The growth of SiC epitaxial layers due to the chemical interaction of CO gas with the monocrystalline silicon matrix was discovered by the research group of prof. S. A. Kukushkin [6-10]. They proposed an absolutely new method for the growing of thin films of silicon carbide on silicon substrates. The growth of SiC is implemented not on the substrate surface (that is, usually accompanied by a huge elastic stresses) but on the inside of substrate bulk due to involving the silicon substrate into a chemical reaction. In order to test the samples of SiC layers on silicon substrates as a LED or laser substrates, the Croatian group has purchased the the costly metal-organic chemical vapor deposition system (MOCVD) of a value of 1.7 million euros for GaN and ZnO deposits on the SiC interlayer. The proposed activities in development of new type of LED diodes will be presented.

References

- P. Simon, Y. Gogotsi, *Nature Mater* 7, (2008) 845-854
(https://doi.org/10.1142/9789814287005_0033)
- B. Kang, G. Ceder, *Nature* 458 (2009) 190-193
(<https://dx.doi.org/10.1038/nature07853>)
- M. S. Wang, W. I. Song, I.Z. *ChemElectroChem* 2 (2015)1699-1706
(<https://doi.org/10.1002/celec.201500187>)
- A. S. Arico, P. Bruce, B. Scrosati, J.M. Tarascon, W. Van Schalkwijk, *Nature Mater* 4 (2005) 366-377(<https://doi.org/10.1038/nmat1368>)
- T. Ikonen, T. Nissinen, E. Pohjalainen, O. Sorsa, T. Kallio, V. P. Lehto, *Nature* 7 (2017) 7880 (<https://dx.doi.org/10.1038/s41598-017-08285-3>)
- JOURNAL OF APPLIED PHYSICS* 113, 024909 (2013);
Semiconductors, 2013, Vol. 47, No. 12, pp. 1551–1555;
Journal of Physics: Conference Series 541 (2014) 012003;
Technical Physics Letters, 2014, Vol. 40, No. 1, pp. 36–39;
J. Phys. D: Appl. Phys. 47 (2014) 313001 (41pp).

ФОРИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ ТИТАНОВЫХ ПРОТЕЗОВ ХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКОЙ

Гостева Е.А.¹, Янкин В.А.¹, Старков В.А.²

¹Национальный исследовательский технологический университет (НИТУ) МИСИС, 119049, Россия, Москва, Ленинский проспект, д.4.

²Институт проблем технологии микроэлектроники и особо чистых материалов РАН (ИПТМ РАН), 142432, Россия, Черногловка, Московской обл., проспект Академика Осипьяна, д.6.
E-mail: gos-3@mail.ru

Применение титана и его сплавов имеет широкое распространение при протезировании различных костных тканей. Степень остеоинтеграции титановых имплантатов зависит от состава и морфологии поверхности. Дизайн поверхности имплантата может регулировать мезенхимальную дифференцировку стволовых клеток (СК), а также их созревание. В настоящей работе представлены результаты наноструктуризации поверхности дентопротезов на основе сплавов титана ВТ-6 и ВТ-1 химическим травлением и анодированием. Химическое травление поверхности образцов производилось в растворах различного ингредиентного состава и различных температурных режимах. Часть приготовленных таким образом образцов дополнительно подвергалась анодному травлению. В качестве примера на рис.1 представлены изображения поверхности образцов после различной химической обработки. На поверхности всех образцов в идентичных условиях выращивались мезенхимальные стволовые клетки, сформированные из жировой ткани.

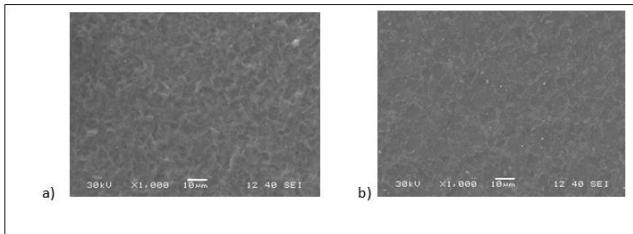


Рис.1. СЭМ изображение поверхности ВТ-6 после: а) кипячения в растворе HCl : H₂SO₄ : H₂O=2:1:1 и б) выдержки в растворе HF : DMF=1:10.

После созревания производился подсчет СК на одинаковой площади образцов. Методика культивирования и подсчета СК изложена в работе Валихова М.П. «Культивирование мезенхимальных стволовых клеток на наноструктурированной поверхности титановых сплавов» (см. материалы настоящей конференции).

Сравнительный анализ полученных результатов свидетельствует о том, что наибольшее количество СК наблюдается на поверхности титановых дисков, подвергнутых травлению в смеси HF : DMF=1:10 и последующего анодирования. Для панорамы изображения 1024 на 1024 пикселя у образцов ВТ-6 количество СК составило 6260 шт, а для ВТ-1 – 6157шт. Для одностадийной обработки в растворе HF : DMF=1:10 количество СК для ВТ-6 – 3800 шт. и для ВТ-1 4797 шт.

FORMATION OF TITANIUM PROSTHESIS SURFACE BY CHEMICAL TREATMENT

Gosteva E.¹, Yankin V.¹, Starkov V.²

¹ National University of Science and Technology "MISIS", 4 Leninsky Prospekt, Moscow, Russia 119049

² Institute of Microelectronics Technology and High Purity Materials Russian Academy of Sciences, 6 Academician Ossipyan str., Chernogolovka, Moscow, Russia 142432

E-mail: gos-3@mail.ru

The use of titanium and its alloys is widespread in the prosthetics of various bone tissues. The degree of osseointegration of titanium implants depends on the composition and morphology of the surface. The implant surface design can regulate mesenchymal differentiation of stem cells (SC) as well as their maturation. This paper presents the results of nanostructuring of the surface of dental prostheses based on titanium alloys Grade 5 and Grade 2 by chemical etching and anodizing. Chemical etching of the surface of the samples was carried out in solutions of different ingredient composition and different temperature conditions. Some of the samples prepared in this way were additionally subjected to anodic etching. As an example, Fig.1 images of the surface of the samples after various chemical treatments are presented. Mesenchymal stem cells formed from adipose tissue were grown on the surface of all samples under identical conditions.

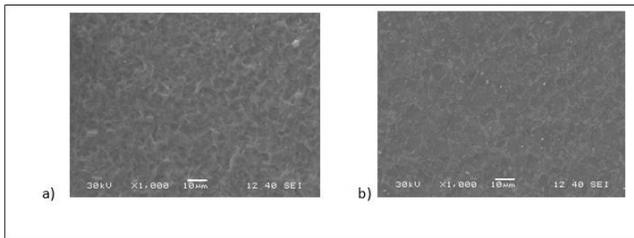


Fig.1. SEM image of Grade 5 surface after: a) boiling in solution HCl : H₂SO₄:H₂O=2:1:1 and b) exposure in solution HF:DMF=1: 10.

After maturation, SC was calculated on the same sample area. The method of cultivation and calculation of SC is described by Valikhov et al. (see the conference materials).

A comparative analysis of the results indicates that the greatest number of SC is observed on the surface of titanium disks subjected to etching in a mixture of HF:DMF=1:10 and subsequent anodizing. For a panorama image of 1024 by 1024 pixels in samples of Grade 5, the number of SK amounted to 6260 pieces, and Grade 2 – 6157 pieces. For a one-step processing in solution HF : DMF=1:10 number of SK for Grade 5 – 3800 pieces and Grade 2 4797 pieces.

НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКИЕ СЛОИ ГРАФЕНА НА ПОВЕРХНОСТИ ДЕНТОПРОТЕЗОВ

Гостева Е.А.¹, Седловец Д.М.², Старков В.В.²

¹Национальный исследовательский технологический университет (НИТУ)
МИСИС, 119049, Россия, Москва, Ленинский проспект, д.4.

²Институт проблем технологии микроэлектроники и особочистых материалов
РАН (ИПТМ РАН), 142432, Россия, Черноголовка, Московской обл., проспект

Академика Осипьяна, д.6.

E-mail: gos-3@mail.ru

В числе наиболее распространенных исследований по применению наночастиц в медицине и биологии следует отметить: доставку лекарственных средств и генов, флуоресцентную биологическую маркировку, биологическое обнаружение патогенов, разрушение опухоли при нагревании (гипертермия), выделение и очистку опухоли биологических молекул и клеток, терапию рака, использование в качестве антибактериального средства, а также тканевую инженерию. В работе предложено использовать нанокристаллические слои графена на поверхности титановых дентопротезов. Нанокристаллиты графена на поверхности сплава титан-ванадий (ВТ-6) синтезировались в CVD процессе при температуре 950°C методом пиролиза паров водно-спиртовых смесей при пониженном давлении.

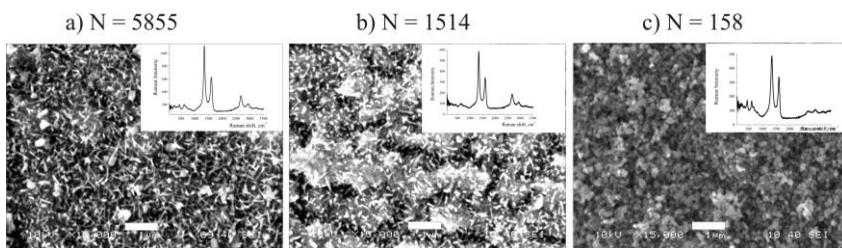


Рис. 1. СЭМ изображения поверхности ВТ-6 после синтеза графена. В правом верхнем углу каждого изображения приведены соответствующие спектры комбинационного рассеяния (КР). Величина N соответствует количеству МСК, культивированных на соответствующей поверхности.

Образцы, изображенные на рис. 1а, 1б, синтезировали в течении 35 минут при концентрации этанола 50% и 75%, соответственно. Образец, изображенный на рис.1с – в течении 120 минут при концентрации 25%. Спектры КР имеют интенсивные пики, характерные для нанокристаллитов графена (D, G, 2D). В то же время, наблюдается присутствие TiO_2 (полосы до 700 см^{-1}) в виде наноигол (рис. 1а, 1б) и коротких стержней (рис. 1с).

На поверхности всех образцов в идентичных условиях выращивались мезенхимальные стволовые клетки (МСК), сформированные из жировой ткани. Методика культивирования и подсчета МСК изложена в работе Валихова М.П. «Культивирование мезенхимальных стволовых клеток на наноструктурированной поверхности титановых сплавов» (см. материалы настоящей конференции). Как следует из приведенных данных, наибольшее число МСК культивировано на поверхности, изображенной на рис. 1а.

NANOCRYSTALLINE GRAPHENE LAYERS ON THE DENTAL PROSTHESIS SURFACE

Gosteva E.¹, Sedlovets D.², Starkov V.²

¹National University of Science and Technology "MISIS", 4 Leninsky Prospekt,
Moscow, Russia 119049

²Institute of Microelectronics Technology and High Purity Materials Russian
Academy of Sciences, 6 Akademian Ossipyan str., Chernogolovka, Moscow,
Russia 142432

E-mail: gos-3@mail.ru

The most interesting applications of nanoparticles in medicine and biology should be emphasized: drug and gene transport, fluorescence biological labeling, biological detection of pathogens, thermal destruction of the tumor (hyperthermia), tumor isolation and purification in biological molecules and cells, cancer therapy, antibacterial agents, as well as tissue engineering. In this work it is proposed to cover the surface of titanium dentures by nanocrystalline graphene layers.

Graphene nanocrystallites on the surface of a titanium-vanadium alloy (VT-6) were synthesized in a CVD setup at 950°C through the low-pressure pyrolysis of ethanol-water vapors. The samples imaged in fig. 1a, 1b, were synthesized for 35 minutes from ethanol-water mixtures with C₂H₅OH concentrations of 50% and 75%, respectively. The sample shown in Fig. 1c was deposited for 120 minutes at ethanol concentration of 25%. Mesenchymal stem cells (MSCs) formed from adipose tissue were subsequently grown on the surface of all samples. The method of cultivation and calculation of MSCs was described by Valikhov et al. (see the conference materials).

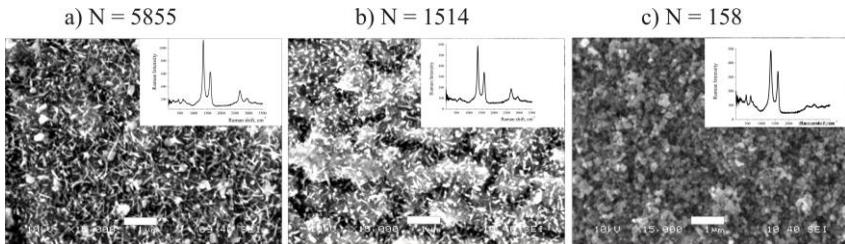


Fig. 1. SEM images of VT-6 surface after graphene synthesis. In the upper right corner of each image are the corresponding Raman spectra. The value of N is equal to the number of MSCs cultured on the corresponding surface.

Raman spectra demonstrate intense D, G and 2D peaks which are characteristic of graphene nanocrystallites. At the same time, the presence of TiO₂ (bands up to 700 cm⁻¹) is observed in the form of nanoneedles (Fig. 1a, 1b) and short rods (Fig. 1c).

As follows from the presented data, the largest number of MSCs is cultivated on the surface shown in Fig. 1a.

ПОЛУЧЕНИЕ КРЕМНИЕВЫХ МЕМБРАН ОПТИМАЛЬНОЙ ПОРИСТОСТИ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В МЕТОДИКЕ НАПРАВЛЕННОГО КОСТНОГО РОСТА

Маткова М.И.¹, Мигачев А.С.², Шпицер И.М.², Гостева Е.А.¹, Шайхалиев А.И.²

¹Национальный исследовательский технологический университет (НИТУ) МИСИС, 119049, Россия, Москва, Ленинский проспект, д.4.

²Первый Московский государственный медицинский университет имени И. М. Сеченова (Сеченовский университет), 119991, Россия, г. Москва, ул. Трубецкая, д. 8, ст. 2

E-mail: astemirsh@yandex.ru, gos-3@mail.ru, matkova044@mail.ru,
docmiq@mail.ru, schpiczeriwan@yandex.ru

Пористый кремний (ПК) является перспективным материалом для применения в самых различных областях науки. Одним из широко изучаемых направлений в применении ПК является биомедицина. Поддерживающие каркасы, используемые в биоинженерии костной ткани необходимы для роста и дифференцировки мезенхимальных стволовых клеток. Прежде всего, любой каркас для тканевой инженерии должен обеспечивать поверхность, на которой клетки адгезируются, дифференцируются и пролиферируют. В то же время идеальный остеокондуктивный материал должен быть нетоксичным, биосовместимым, биорезорбируемым, способствовать регенерации тканей, обладать оптимальными механическими и физическими свойствами. Пористый кремний обладает всеми вышеперечисленными свойствами для решения проблем тканевой инженерии и в перспективе для клинического применения в методиках направленного костного роста.

Мембраны каркаса для выращивания клеток получены путем анодного травления монокристаллического p-Si с ориентацией (100) и (111) в двух растворах на основе плавиковой кислоты (HF) (HF и $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ - 6:1 и : HF и $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ - 6:1). Два разных раствора травления позволили получить разную морфологию пор. На рис. 1 представлены СЭМ изображения структуры пористой кремния образцов в сечении.

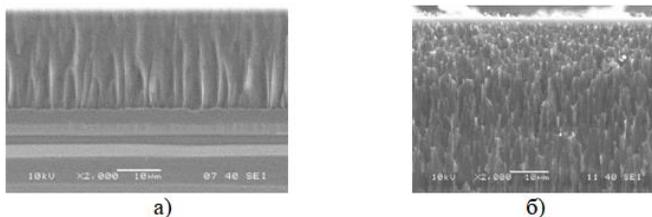


Рис.1 СЭМ изображения структуры пористого кремния при следующих режимах травления: а) (100) при $j=5\text{mA}/\text{cm}^2$ в растворе HF и $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ - 6:1 в течение 2 ч, б) (100) при $j=5\text{mA}/\text{cm}^2$ в растворе HF и $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3$ - 6:1 в течение 10 ч.

Целью работы является получение мембран с оптимальными размерами и глубиной пор, скоростью биодеградации и клеточной пролиферации для применения в качестве остеокондуктивного материала.

PRODUCTION OF SILICON MEMBRANES OF OPTIMAL POROSITY FOR USE IN GUIDED BONE GROWTH METHOD

Matkova M.¹, Migachev A.², Schpitzer I.², Gosteva E.¹, Shaihaliev A.²

¹ National University of Science and Technology "MISIS", Moscow, Leninskiy prospekt 4

² I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Trubetskaya str. 8

E-mail: astemirsh@yandex.ru, gos-3@mail.ru, matkova044@mail.ru, docmiq@mail.ru, schpiczeriwan@yandex.ru

Porous silicon (PS) is a promising material for use in various fields of science. One of the widely studied areas in the use of PS is biomedicine. Supporting scaffolds used in bone tissue bioengineering are necessary for the growth and differentiation of mesenchymal stem cells. First of all, any framework for tissue engineering should provide a surface on which cells adhere, differentiate and proliferate. At the same time, the ideal osteoconductive material should be non-toxic, biocompatible, bioresorbable, promote tissue regeneration, and have optimal mechanical and physical properties. Porous silicon has all of the above properties for solving tissue-engineering problems and, in the future, for clinical use in guided bone growth techniques.

Scaffold membranes for cell growth were obtained by anodic etching of single-crystal p-Si with the (100) and (111) orientations in two solutions based on hydrofluoric acid (HF) (HF and CH₃CH(OH)CH₃ - 6: 1 and HF and C₂H₅OH- 6: 1). Two different etching solutions made it possible to obtain different pore morphology. In fig. 1 shows SEM images of the structure of samples in cross section.

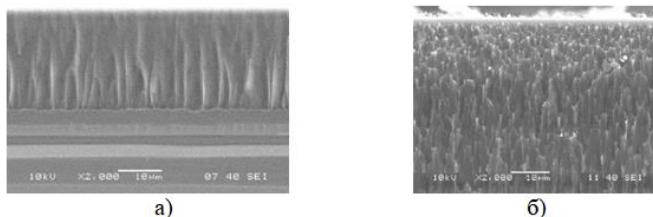


Fig. 1 SEM image of the structure of porous silicon under the following etching conditions: a) (100) at $j = 5 \text{ mA} / \text{cm}^2$ in a solution of HF and C₂H₅OH-6: 1 for 2 h, b) (100) at $j = 5 \text{ mA} / \text{cm}^2$ in solution of HF and CH₃CH(OH)CH₃ - 6: 1 for 10 hours.

In the experiment of study the rate of biodegradation of PS in simulated body fluid by Kokubo 6 samples with different etching modes and time periods (1 day, 1 week, 1 month, 3 months) will be taken. At the next stage of the study, mesenchymal stem cells will be planted on the membranes. The speed and direction of cell proliferation, adhesion strength and cell size will be evaluated and compared.

The aim of the work is to obtain membranes with optimal pore size and depth, rate of biodegradation and cell proliferation for use as osteoconductive material.

КУЛЬТИВИРОВАНИЕ МЕЗЕНХИМАЛЬНЫХ СТВОЛОВЫХ КЛЕТОК НА НАНОСТРУКТУРИРОВАННОЙ ПОВЕРХНОСТИ ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ

Валихов М.П.¹, Вишневский Д.А.^{1,2}, Чехонин В.П.^{1,2}, Грызунов С.А.³, Дымников А.Б.⁴, Голованова А.А.⁴, Туманян Г.А.⁴

¹ ФГБУ "Национальный медицинский исследовательский центр психиатрии и наркологии имени В.П.Сербского" Минздрава России

²ФГБОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России

³Первый Московский государственный медицинский университет имени И. М. Сеченова (Сеченовский университет), 119991, Россия, г. Москва, ул. Трубецкая, д. 8, ст. 2

⁴ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов»
E-mail: mousebiofan@gmail.ru

Мезенхимальные стволовые клетки, полученные из жировой ткани по протоколу P.A. Zuk et al (2001) высаживались на титановые поверхности, помещенные на дно 48-луночного планшета. Клетки культивировали 4 дня, далее фиксировали при помощи 4% раствора формальдегида и окрашивали ядерным красителем DAPI. Визуализация клеток на титановых поверхностях проводилась с помощью конфокального лазерного сканирующего микроскопа Nikon A1R MP, с использованием объектива Nikon Plan Apo 20x/0.75 DIC N2 ∞/0.17 WD 1.0. Для полной визуализации титановой поверхности проводили панорамную съемку, состоящую из серии снимков полей зрения с разрешением каждого кадра 1024x1024 пикселя. Изображения обрабатывались с помощью программного обеспечения NIS-Elements (Nikon). После подсчета клеток и характера их распределения на титановых поверхностях, наилучшие результаты были показаны для дисков с номерами 2, 3, 4, 6, 7, 9, 11, 12. На данных дисках клетки равномерно распределялись по поверхности и формировали островки, что косвенно указывает на процессы пролиферации и миграции. Клеточная адгезия на дисках с номерами 5, 8 и 10 неудовлетворительная. Средние показатели количества клеток представлены в Таблице 1.

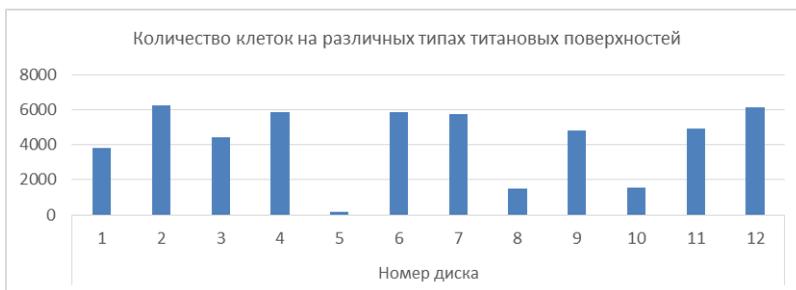


Таблица 1. Количество клеток (N) на различных типах титановых поверхностях:
№1: N=3800; №2: N = 6260; №3: N = 4421; №4: N = 5868; №5: N=158;
№6 N = 5855; №7: N = 5739; №8: N = 1514; №9: N = 4797; №10: N = 1551;
№11: N = 4902; №12: N=6157

CULTIVATION OF MESENCHYMAL STEM CELLS ON NANOSTRUCTURED SURFACE OF TITANIUM ALLOYS

**Valikhov M.¹, Vishnevsky D.^{1,2}, Chekhonin V.^{1,2}, Gryzunov S.³, Dymnikov A.⁴,
Golovanova A.⁴, Tumanyan G.⁴**

¹Federal State Budgetary Institution "V. Serbsky National Medical Research Center for Psychiatry and Narcology" of the Ministry of Health of the Russian Federation

²Pirogov Medical University

³I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University)

⁴RUDN University, Department of Maxillo-facial Surgery and oral surgery

E-mail: mousebiofan@gmail.ru

Mesenchymal stem cells derived from adipose tissue according to P.A. protocol Zuk et al (2001) landed on titanium surfaces placed on the bottom of a 48-well plate. Cells were cultured for 4 days, then fixed using a 4% formaldehyde solution and stained with nuclear dye DAPI. Cells were visualized on titanium surfaces using a Nikon A1R MP confocal laser scanning microscope using a Nikon Plan Apo 20x / 0.75 DIC N2 ∞ / 0.17 WD 1.0 objective. For a complete visualization of the titanium surface, a panoramic survey was carried out, consisting of a series of pictures of the field of view with a resolution of each frame of 1024 × 1024 pixels. Images were processed using NIS-Elements (Nikon) software. After counting the cells and the nature of their distribution on titanium surfaces, the best results were shown for disks numbered 2, 3, 4, 6, 7, 9, 11, 12. On these disks, the cells were evenly distributed over the surface and formed islands, which indirectly indicates on proliferation and migration processes. Cell adhesion on discs with numbers 5, 8 and 10 is unsatisfactory. Average cell numbers are shown in Table 1.

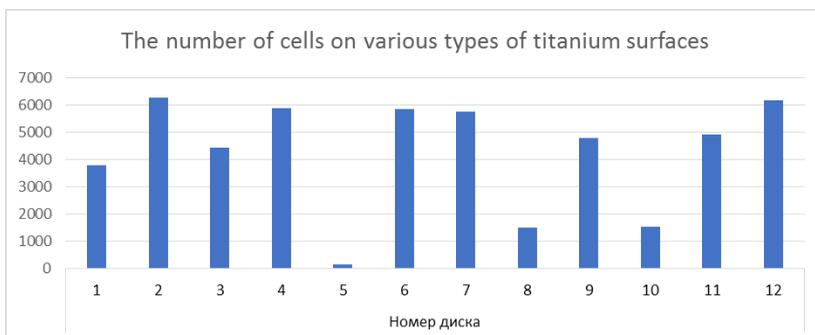


Table 1. The number of cells on various types of titanium surfaces

№1: N=3800; №2: N = 6260; №3: N = 4421; №4: N = 5868; №5: N=158;
 №6: N = 5855; №7: N = 5739; №8: N = 1514; №9: N = 4797; №10: N = 1551;
 №11:N = 4902; №12: N=6157

ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ ПОЛУПРОНИЦАЕМЫХ КРЕМНИЕВЫХ МЕМБРАН ДЛЯ ПРОЦЕССОВ ГЕМОДИАЛИЗА

Силина М.Д., Рубцова К.И., Гостева Е.А.
НИТУ «МИСиС», Москва, Россия

E-mail: rubcova.karina@gmail.com, theinnercrow@yandex.ru

В настоящее время в Российской Федерации гемодиализное лечение является дорогостоящим и труднодоступным процессом для людей, страдающих заболеваниями почек. На 1 миллион населения приходится 245 мест заместительной почечной терапии, тогда как показатели в Европе составляют 1000, а в Японии – 2400. Разработка портативных или имплантируемых систем, которые смогут заменить проведение амбулаторного гемодиализа, помогут улучшить качество жизни пациентов с различными видами тяжелых и хронических заболеваний почек.

Обязательным условием для возможности использования таких диализных систем является разработка высокоэффективных полупроницаемых мембран, которые могут обеспечить необходимую скорость фильтрации токсинов для нормального функционирования организма. Одним из самых перспективных материалов для изготовления мембран является пористый кремний, что подтверждается широким спектром использования этого материала в медицине. Технология глубокого анодного травления для создания пористых кремниевых структур позволяет формировать мембраны с такими заданными свойствам как морфология и размеры пор, пористость и толщина пористого слоя [1]. По данным исследований коммерческие мембраны диализатора, используемые на данный момент, в 1000 раз толще фильтруемых молекул, что приводит к низким скоростям клиренса и удержанию растворенных веществ в порах. Таким образом, создание ультратонкой наноструктурированной мембраны способно решить эту проблему.

Методом глубокого анодного травления получена серия градиентно-пористых вариативных структур на монокристаллической кремниевой подложке с кристаллографическими ориентациями 100 и 111. С помощью шлифовки из структур были изготовлены мембраны для последующей оценки их механической и химической устойчивости. Ввиду доказанного взаимодействия пористого кремния с водными растворами [2], в первую очередь необходимо оценить степень их устойчивости с растворами, эмульгирующими реальные среды человеческого организма.

Изготовлена серия растворов с разными значениями pH, в том числе SBF-раствор, концентрация ионов которого приблизительно равна таковой в плазме человеческой крови. Образцы мембран помещены в растворы для оценки их устойчивости и выявления зависимости взаимодействия с водной средой, в частности, были получены кривые изменения pH растворов от времени выдержки образцов.

Произведено оценочное сравнение образцов с помощью исследования на полевом эмиссионном электронном микроскопе JSM-6700F. Получены растровые изображения поверхности образцов и сколов, определены глубины пористых слоев, морфология размеры пор мембран.

1. Starkov V.V., Gosteva E.A., Sedlovets D.M., Kah M.O. Silicon Structures with Variable Morphology of Pores Methods of Obtaining Physical and Optical Properties. // Journal of The Electrochemical Society – 2018 – V. 165 – №9. 11 – P. E534-E539.
2. Тутов Е.А. Гетерофазные процессы при взаимодействии пористого кремния с водой. – 2009. – Т.9. – №1. – С.13.

ASSESSMENT OF STABILITY OF SEMIPERMEABLE SILICON MEMBRANES FOR HEMODIALYSIS PROCESSES

Silina M., Rubtsova K., Gosteva E.

NUST "MISiS", Moscow, Russia

E-mail: rubcova.karina@gmail.com, theinnercrow@yandex.ru

In the Russian Federation currently hemodialysis treatment is underdeveloped, expensive and hardly accessible for people suffering from kidney diseases. There are only 245 renal replacement therapy clinics per 1 million population, while in Europe there are 1,000 and 2,400 in Japan. Development of portable or implantable systems that could replace ambulatory hemodialysis will help to improve the life quality of patients with various types of severe and chronic kidney diseases.

A prerequisite for the possibility of use such dialysis systems is the development of highly efficient semi-permeable membranes that can provide the necessary filtration rate of toxins for the normal body functioning. One of the most promising materials for the membranes manufacturing is porous silicon, as evidenced by the wide range of use of this material in medicine. Technology of deep anodic etching allows to create membranes with such specified properties as morphology and pore sizes, porosity and thickness of the porous layer thickness [1]. According to a study, dialyzer commercial membranes are 1000 times thicker than the size of molecules that will be filtered, which leads to low clearance rates and retention of solutes in the pores. Thus, the creation of an ultrathin nanostructured membrane can solve this problem.

The series of gradient-porous variable structures on a monocrystalline silicon substrate with crystallographic orientations 100 and 111 was obtained by deep anodic etching. With the help of grinding, membranes were made from the structures for subsequent evaluation of their mechanical and chemical resistance. In view of the proven interaction of porous silicon with water solutions [2], it is first necessary to assess the degree of their stability with solutions that emulate the real environment of the human body.

A series of solutions with different pH values, including SBF-solution with ion concentrations nearly equal to those of human blood plasma, was made. Membrane samples were placed in solutions to assess their stability and determine the dependence of the interaction with the water medium, in particular, the pH curves of solutions were obtained from the sample holding time.

Produced evaluative comparison of samples through the research on field emission electron microscope JSM-6700F. Trust obtained images of the surface samples and chips, determined the depth of the porous layers, the morphology of the membrane pore sizes.

1. Starkov V.V., Gosteva E.A., Sedlovetz D.M., Kah M.O. Silicon Structures with Variable Morphology of Pores Methods of Obtaining Physical and Optical Properties. // Journal of The Electrochemical Society – 2018 – V. 165 – №. 11 – P. E534-E539.
2. Тутов Е.А. Гетерофазные процессы при взаимодействии пористого кремния с водой. – 2009. – Т.9. – №1. – С.13.

ВЫСОКООРИЕНТИРОВАННЫЙ ЭЛЕКТРОСПИННИНГ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИЛАКТИДА И ПОЛИКАПРОЛАКТОНА

Кашин А.В.^{1,2}

¹Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова, Москва, Россия

²Институт электрофизики и электроэнергетики РАН, Санкт-Петербург, Россия
E-mail: artem-benz@mail.ru

В настоящее время все большую актуальность приобретают биоподобные тканевые клеточные системы. При данном подходе акцент делается на архитектуру полимерного каркаса и природоподобие биомеханического поведения материала в процессе деформации. Известно, что морфология нативных тканей, таких как стенки сосудов, мышечные волокна и многие другие имеют волоконную ориентацию. При этом мышечные слои часто укладываются в разных направлениях, обеспечивая требуемые физико-механические свойства.

В работе разработан подход и создан материал на основе биосовместимых и биорезорбируемых синтетических полимеров: полилактиде и поликапролактоне. Выбор полимерной композиции обусловлен различными физико-механическими характеристиками полимеров, такими как упругость и эластичность. Волоконный материал получен методом электроформования упорядоченных полимерных слоев при реверсе напряжений на приемном коллекторе [1, 2]. Система формования состоит из серии высоковольтных ключей способных коммутировать напряжения со сдвигом фаз [3-6]. Полученные высокоориентированные материалы имели размеры 40x70 мм, при толщине $0,4 \pm 0,05$ мм и были охарактеризованы по размерам волокон, углу ориентации, плотности упаковки.

Исследования физико-механических характеристик осуществляли на универсальной разрывной машине Instron 3400. Установлено, что модуль Юнга и прочность материалов, деформированных в поперечном направлении существенно ниже 5-10 МПа ориентированного вдоль и хаотичной укладки волокон. Первоначальное упругое сопротивление обусловлено переплетением рядом расположенных волокон и их электростатическим притягиванием. Неориентированные материалы имеют среднее значение прочностных характеристик 220 МПа. На начальном этапе деформации переплетенные волокна сопротивляются прикладываемой нагрузке, далее происходит переориентация волокон вдоль нагрузки и постепенный разрыв, сначала отдельных волокон, вплоть до лавинообразного разрушения системы. При этом материалы на основе поликапролактона обладают повышенной эластичностью и достигают 400% относительной деформации. Чем выше ориентационные эффекты в полимерном материале, тем выше модули Юнга и прочности. Таким образом, для максимальной ориентации в 5-10° прочностные характеристики вдоль прикладываемой нагрузки в 3-4 раза выше по сравнению с традиционным неориентированным материалом и достигают 700 МПа.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ 18-29-17066 мк.

Литература

1. Kashin A.V., Rebrov I.E., Khomich V.Yu. // Applied physics. 2018. 3. 85–89.
2. Rebrov I.E. et al. // Applied physics. 2019. № 3. 98–104.
3. Moshkunov S.I. et. al. Instruments and Experimental Techniques. 2018. 61 (6), 821-826.
4. Khomich V.Y. et. al. // SPEEDAM 2016. Capri, Italy: IEEE, 2016. P. 918–922.

5. Kashin A.V., Rebrov I.E., Khomich V.Yu. // Applied physics. 2018. 3. 85–89.
6. Antipova C.G., Khomich V.Y., Rebrov I.E // 20th SHCE. Tomsk, Russia, 2018. Vol. 1. P. 109–109.

HIGHLY ORIENTED ELECTROSPINNING OF POLYLACTIDE AND POLICAPROLACTON MATERIALS

Kashin A.^{1,2}

¹ **Physical faculty of Moscow State University named after M.V. Lomonosov, Moscow, Russia**

² **Institute of Electrophysics and Electric Power of the RAS, Saint-Petersburg, Russia**

E-mail: artem-benz@mail.ru

Currently, biomimetic tissue cell systems are becoming increasingly relevant. This approach focuses on the architecture of polymer scaffold and nature like biomechanical behavior of material during deformation. It is known that the morphology of native tissues, such as vascular walls, muscle fibers and many others have a fiber orientation. At the same time, the muscle layers often fit in different directions, providing the required physical and mechanical properties.

We have developed the unique approach and new material on the basis of biocompatible and bioresorbable synthetic polymers: polylactide and polycaprolactone. The choice of polymer composition is due to various physical and mechanical characteristics of polymers, such as elasticity. Fiber material was obtained by researched electrospinning of ordered polymer layers with voltage reversal of receiving collector [1, 2]. The electrospinning system consists of a series of high-voltage commutators capable of switching voltage with phase shift [3-6]. The obtained highly oriented materials had dimensions of 40x70 mm, with a thickness of 0.4 ± 0.05 mm and were characterized by fiber sizes, orientation angle and packing density.

The studies of physical and mechanical characteristics were carried out on Instron 3400 universal tensile testing machine. A comparative analysis of the deformation dependences for an undirected material and applied along the fibers load and in the transverse direction was carried out. It was found that Young's modulus and strength of materials deformed in the transverse direction are significantly lower than oriented along and randomly stacked fibers and equals to 5-10 MPa. The initial elastic resistance is due to interweaving of adjacent fibers and their electrostatic attraction. Non-oriented materials have an average value of strength characteristics of 220 MPa. At the initial stage of deformation, the interwoven fibers resist the applied load, then fibers are reoriented along the load and gradually break, first of the individual fibers up to the avalanche-like destruction of the whole system. Moreover, materials based on polycaprolactone have increased elasticity and reach 400% relative deformation. The higher the orientation effect in polymer material is - the higher the Young's modulus and strength are. Thus, for a maximum orientation of 5-10 ° the strength characteristics along the applied load are 3-4 times higher compared to traditional non-oriented material and reach up to 700 MPa.

This work was supported by the Russian Foundation for Basic Research, 18-29-17066 mk.

References

1. Rebrov I.E. et al. // Applied physics. 2019. № 3. 98–104.
2. Kashin A.V., Rebrov I.E., Khomich V.Yu. // Applied physics. 2018. 3. 85–89.
3. Moshkunov S.I. et. al. Instruments and Experimental Techniques. 2018. 61 (6), 821-826.
4. Khomich V.Y. et. al. // SPEEDAM 2016. Capri, Italy: IEEE, 2016. P. 918–922.
5. Moshkunov S.I., Rebrov I.E., Khomich V.Yu. // Russian Physics Journal. 2016. Vol. 59, № 9/3. P. 110–113.

ИСТОЧНИК ХОЛОДНОЙ ПЛАЗМЫ ДЛЯ БИМЕДИЦИНСКИХ ПРИМЕНЕНИЙ

Шершунова Е.А.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт электрофизики и электроэнергетики РАН», г. Санкт-Петербург, Россия
E-mail: eshershunova@ieeras.ru

За последние 15-20 лет выросло новое направление в медицине, связанное с низкотемпературной плазмой. Холодные плазменные струи привлекают к себе особое внимание за счет генерации в них химически активных азотсодержащих и кислородсодержащих радикалов при комнатной температуре и атмосферном давлении, что позволяет избежать больших экономических затрат, а также производить точечную обработку биотканей, особенно чувствительных к температуре. Во многих работах показана эффективность плазмы для инактивации грамм-положительных и грамм-отрицательных бактерий, порой резистентных к антибиотикам [1]. Современные научные исследования также показывают большой потенциал использования плазмы для уничтожения раковых клеток [2].

На сегодняшний момент в мире разработаны разные конструкции источников. Общим является то, что струи генерируются в инертных газах при подаче на электроды плазменного реактора высокого напряжения. Напряжение питания может иметь различную форму и частоту повторения, что влияет как на механизм развития плазменных струй, ток струи и ее спектральный состав, так и на габаритные размеры всего источника плазмы.

В работе описан переносной высоковольтный импульсный источник на основе твердотельных коммутаторов [3] с питанием от бытовой сети. Конструкция прибора позволяет регулировать частоту повторения импульсов и амплитуду напряжения, что влечет за собой изменения энерговклада в разряд, влияющего на длину струи и ее концентрацию реактивных компонентов. За счет подачи коротких наносекундных импульсов на электроды реактора при напряжении питания до 6 кВ и частоте повторения до 3 кГц при прокачке плазменного реактора аргоном со скоростью единицы литров в минуту реализуется плазменная воздушная струя с температурой, не превышающей 40°C длиной до 2 см. Кроме того, холодная плазма может быть получена и на достаточном расстоянии от плазменного реактора благодаря использованию гибкой диэлектрической трубки для применения *in vivo*.

Работа выполнена при поддержке Программы Президиума РАН № 7 "Новые разработки в перспективных направлениях энергетики, механики и робототехники».

1. Weltmann K.D. et al. (2009). Atmospheric pressure plasma jet for medical therapy: plasma parameters and risk estimation. *Contributions to Plasma Physics*, 49(9), 631-640.
2. Miller V., Lin A., Fridman A. (2016). Why target immune cells for plasma treatment of cancer. *Plasma Chemistry and Plasma Processing*, 36(1), 259-268.
3. Мошкунев С.И., Хомич В.Ю., Шершунова Е.А. (2019). Высоковольтный импульсный источник для питания холодных плазменных струй. *ПЖТФ*, 45(3).

COLD PLASMA SOURCE FOR BIOMEDICAL APPLICATIONS

Shershunova E.

Institute for Electrophysics and Electric Power RAS, Saint-Petersburg, Russia

E-mail: eshershunova@ieeras.ru

Over the past 15-20 years, a new direction in medicine associated with low-temperature plasma has grown. Cold plasma jets attract special attention due to their ability to generate chemically active nitrogen-containing and oxygen-containing radicals at room temperature and atmospheric pressure. This allows avoiding high economic costs, as well as producing the targeted treatment of biological tissues, especially temperature-sensitive. Many studies have shown the effectiveness of plasma for the inactivation of gram-positive and gram-negative bacteria, sometimes resistant to antibiotics. Modern scientific studies also show great potential for using plasma to kill cancer cells.

To date various source designs have been developed in the world. It is common that jets are generated in inert gases when high voltage applies to electrodes of the plasma reactor. The supply voltage can have a different shape and repetition rate. The power source affects both the mechanism of plasma jets propagation, the jet current and its spectral composition, as well as the overall dimensions of the entire plasma source.

A portable high-voltage pulse source based on solid-state switches [3] and powered by a household network 220 V, 50 Hz is described in the paper. The knobs located on the front panel of the device allow adjusting the pulse repetition rate and the voltage amplitude, i.e. the energy input into the discharge and, thus, the length of the jet and the concentration of active chemical species. With a supply voltage of up to 6 kV and a repetition rate of up to 3 kHz, when the plasma reactor is pumped with argon at a rate of units liters per minute, a plasma air jet up to 2 cm long is realized with a temperature not exceeding 40 ° C. In addition, cold plasma can be obtained at a sufficient distance from the plasma reactor nozzle through the use of a flexible dielectric tube.

This work was supported by the Program of the Presidium of the Russian Academy of Sciences No. 7 "New developments in promising areas of energy, mechanics, and robotics."

1. Weltmann K.D. et al. (2009). Atmospheric pressure plasma jet for medical therapy: plasma parameters and risk estimation. *Contributions to Plasma Physics*, 49(9), 631-640.
2. Miller V., Lin A., Fridman A. (2016). Why target immune cells for plasma treatment of cancer. *Plasma Chemistry and Plasma Processing*, 36(1), 259-268.
3. Moshkunov S.I., Khomich V.Y., Shershunova E.A. (2019). A High-Voltage Switching Power Supply for Cold Plasma Jets. *Technical Physics Letters*, 45(2), 93-95.

МНОГОКАНАЛЬНЫЙ ВЫСОКОВОЛЬТНЫЙ ИМПУЛЬСНЫЙ ГЕНЕРАТОР ДЛЯ ОРИЕНТИРОВАННОЙ УКЛАДКИ ВОЛОКОН

Волков Д.А.^{1,2}, Кашин А.В.^{2,3}

¹НИЦ Курчатовский Институт, Москва, Россия

²Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова, Москва, Россия

³Институт электрофизики и электроэнергетики РАН, Санкт-Петербург, Россия

E-mail: da.volkov@physics.msu.ru

Для получения различных биоматериалов в настоящее время активно используется метод электроспиннинга, благодаря возможности формирования микро- и нановолокнистых высокопористых структур с заданными физикомеханическими характеристиками. Одним из важнейших параметров, определяющих функциональные свойства материалов, является ориентация волокон при осаждении на коллекторной системе. Существующие методы получения ориентированных волоконных покрытий имеют существенные технологические ограничения, в большинстве своем связанные либо с невыраженностью ориентационных эффектов, либо со сложностью модификации под конкретную задачу. Для стабилизации струи в процессе электроформования нано- и микроволокнистых полимерных материалов нами была модифицирована классическая методика электроспиннинга и использован метод управления электрогидродинамической струей посредством изменения конфигурации напряженности электрического поля в области дрейфа полимерного волокна, позволяющий получать процесс контролируемого электроформования [1-4].

Установка состоит из: источника высокого напряжения; задающего генератора источников питания; драйвера управления высоковольтными (ВВ) ключами; пяти пар ВВ ключей; системы приемных и отклоняющих электродов; капилляра; системы регулирования расхода раствора.

Важным аспектом решения задачи контролируемой укладки электроформованных волокон является создание высоковольтных ключей (коммутаторов) с системой цифрового управления [5]. Проектируемые под эту цель твердотельные ключи имеют модульную конструкцию, управляемое открытие и закрытие, и состоят из цепи последовательно соединенных (32 штуки) низковольтных (1200 В) биполярных транзисторов с изолированным затвором (БИЗ). Каждая пара ВВ ключей имеет независимое управление и позволяет независимо коммутировать высокое напряжение на электрод коллекторной системы, формируя 4 канала. Пятый канал позволяет менять полярность на капилляре и нейтрализовать скопившийся на полимере заряд в процессе укладки волокон.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ 18-29-17066 мк.

Литература

1. Rebrov I.E. et al. // Applied physics. 2019. № 3. 98–104.
2. Kashin A.V., Rebrov I.E., Khomich V.Yu. // Applied physics. 2018. 3. 85–89.
3. Moshkunov S.I. et. al. Instruments and Experimental Techniques. 2018. 61 (6), 821-826.
4. Khomich V.Y. et. al. // SPEEDAM 2016. Capri, Italy: IEEE, 2016. P. 918–922.
5. Moshkunov S.I., Rebrov I.E., Khomich V.Yu. // Russian Physics Journal. 2016. Vol. 59, № 9/3. P. 110–113

MULTI-CHANNEL HIGH VOLTAGE PULSE GENERATOR FOR ORIENTED FIBER LAYING

Volkov D.^{1,2}, Kashin A.^{2,3}

¹ NRC «Kurchatov Institute», Moscow, Russia

² Faculty physics of M.V. Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

³ Institute of Electrophysics and Electric Power of the RAS, Saint-Petersburg,

E-mail: da.volkov@physics.msu.ru

To obtain various biomaterials, the electrospinning method is currently being actively used, due to the possibility of forming micro- and nanofibrous highly porous structures with specified physicochemical characteristics. One of the most important parameters that determine the functional properties of materials is the orientation of the fibers during deposition on the collector system. Existing methods for producing oriented fiber coatings have significant technological limitations, most of which are associated either with the lack of orientation effects, or with the complexity of modifications for a specific task. To stabilize the jet during the electroforming of nano- and microfiber polymeric materials, we modified the classical electrospinning technique and used the electrohydrodynamic jet control method by changing the configuration of the electric field strength in the drift region of the polymer fiber, which allows one to obtain a controlled electroforming process [1-3].

The installation consists of: a high voltage source; master generator of power sources; drivers for managing high voltage (BB) switches; five pairs of BB switches; receiving and deflecting electrode systems; capillary; solution flow control systems.

An important aspect of solving the problem of controlled laying of electroformed fibers is the creation of high-voltage switches (switches) with a digital control system. SSDs designed for this purpose have a modular design, controlled opening and closing, and consist of a chain of series-connected (32 pieces) low-voltage (1200 V) insulated-gate bipolar transistors (IGBTs). Each pair of switches (4 channels) has independent control and allows you to independently commutate a high voltage to the electrode of the collector system. The fifth channel allows you to change the polarity on the capillary and neutralize the charge accumulated on the polymer in the process of laying the fibers.

This work was supported by the RFBR 18-29-17066 mk.

References

1. Rebrov I.E. et al. // Applied physics. 2019. № 3. 98–104.
2. Kashin A.V., Rebrov I.E., Khomich V.Yu. // Applied physics. 2018. 3. 85–89.
3. Moshkunov S.I. et. al. Instruments and Experimental Techniques. 2018. 61 (6), 821-826.
4. Khomich V.Y. et. al. // SPEEDAM 2016. Capri, Italy: IEEE, 2016. P. 918–922.
5. Moshkunov S.I., Rebrov I.E., Khomich V.Yu. // Russian Physics Journal. 2016. Vol. 59, № 9/3. P. 110–113.

РОЛЬ ЛЕСНЫХ БИОТЕХНОЛОГИЙ В РЕШЕНИИ СОВРЕМЕННЫХ ПРОБЛЕМ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА

Семёнов М.А.

Федеральное государственное бюджетное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт лесной генетики, селекции и биотехнологии

E-mail: otbio-vniilgis@yandex.ru

Распоряжением Правительства РФ от 28 февраля 2018 г. № 337-р Об утверждении Плана мероприятий («Дорожной карты») «Развитие биотехнологий и геномной инженерии» на 2018 - 2020 г.г. особое место уделено лесному сектору. Среди перспективных направлений – «Применение биотехнологий для сохранения и воспроизводства лесных ресурсов».

Эти направления развиваются в России в рамках реализации задач Госпрограммы «БИО 2020», мероприятий Дорожной карты «Развитие биотехнологий и геномной инженерии» (№337-р от 28 февраля 2018 г.), создания сетевого Центра лесных биотехнологий.

Наиболее широкое применение нашли методы клонального микроразмножения растений (включая соматический эмбриогенез) для ускоренного использования селекционных достижений на основе производства высококачественного посадочного материала для создания лесосырьевых плантаций. Для плантационного лесовыращивания используют только отселектированные формы (гибриды, клоны) древесных растений – быстрорастущие, продуктивные, с высоким качеством древесины, устойчивые к болезням и вредителям, неблагоприятным факторам среды (в том числе к изменяющимся погоднo-климатическим условиям) техногенному стрессу.

ФГБУ «ВНИИЛГИСбиотех» включён в «дорожную карту» программы развития биотехнологий и геномной инженерии. В связи с этим в августе 2014 года на его базе создан Центр лесных биотехнологий, в котором проводятся фундаментальные и проблемно-ориентированные прикладные научно-исследовательские работы с перспективными лесными породами. Приоритетными в деятельности научного учреждения можно назвать несколько направлений. В первую очередь, это разработка и координация научно-технических программ и проектов по вопросам биотехнологии лесных растений и биологических средств защиты леса, генетики, селекции, семеноводства, геномной инженерии.

На основе разработанных технологий *in vitro* в ВНИИЛГИСбиотех созданы опытные плантационные культуры березы повислой и узорчатых форм карельской березы, гибридов и полиплоидов тополя белого и сереющего, продуктивных клонов осины. Их возраст в настоящее время 17- 26 лет. В России нет аналогов плантаций данного возраста, созданных размноженным *in vitro* посадочным материалом. Результаты многолетних полевых испытаний подтвердили эффективность разработанных технологий.

Одна из первых в России коллекция клонов ценных генотипов лесных древесных растений была создана в нашем институте в 1991 году. Она уникальна по своему составу и продолжительности (свыше 26 лет) хранения живых образцов. Коллекция используется для сохранения *in vitro* ценных генотипов, а при необходимости – тиражирования определенных клонов и получения высокоценного посадочного материала.

THE ROLE OF FOREST BIOTECHNOLOGIES IN SOLVING MODERN PROBLEMS OF FORESTRY

Semenov M.

All-Russian Research Institute of Forest Genetics, Breeding and Biotechnology
E-mail: otbio-vniilgis@yandex.ru

By order of the Government of the Russian Federation of February 28, 2018 No. 337-r On approval of the Action Plan ("Roadmap") "Development of biotechnologies and genetic engineering" for 2018 - 2020, a special place is given to the forest sector. Promising areas include - "Application of biotechnology for the preservation and reproduction of forest resources."

These areas are developing in Russia as part of the implementation of the tasks of the State Program "BIO2020", the activities of the Roadmap "Development of Biotechnologies and Genetic Engineering" (No. 337-r dated February 28, 2018), the creation of a network Center for Forest Biotechnologies.

The most widely used methods of clonal micropropagation of plants (including somatic embryogenesis) for the accelerated use of selection achievements based on the production of high-quality planting material for the creation of forest plantations. For plantation growing, only selected forms (hybrids, clones) of woody plants are used - fast-growing, productive, with high quality wood, resistant to diseases and pests, adverse environmental factors (including changing weather and climatic conditions), and technogenic stress.

All-Russian Research Institute of Forest Genetics, Breeding and Biotechnology is included in the "road map" of the program for the development of biotechnology and genetic engineering. In this regard, in August 2014, the Center for Forest Biotechnologies was created on its basis, in which fundamental and problem-oriented applied research works with promising forest species are carried out. Priority in the activities of a scientific institution can be called several areas. First of all, it is the development and coordination of scientific and technical programs and projects on the biotechnology of forest plants and biological forest protection products, genetics, breeding, seed production, genetic engineering.

On the basis of the developed in vitro technologies, VNIILGISbiotech created experimental plantation crops of *Betula pendula* R. and patterned forms of *Betula pendula* var. *carelica*, hybrids and polyploids of *Pópulus álba* and *Populus ×canescens*, productive clones of aspen. Their age is currently 17 to 26 years. In Russia, there are no analogues of plantations of this age created by propagated in vitro planting material. The results of many years of field tests have confirmed the effectiveness of the developed technologies.

One of the first in Russia a collection of clones of valuable genotypes of forest woody plants was created at our institute in 1991. It is unique in its composition and duration (over 26 years) of storage of live samples. The collection is used to preserve in vitro valuable genotypes, and, if necessary, replicate certain clones and obtain high-value planting material.

ПОПУЛЯЦИОННОЕ И ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННОЕ КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИИ СЕРДЦА

Ушенин К.С.

Институт иммунологии и физиологии, Екатеринбург, Россия

E-mail: k.ushenin@gmail.com

Математическое и компьютерное моделирование электрофизиологических явлений является мощным подходом к исследованиям, позволяющим оптимизировать проведение биологического и биофизического экспериментов, а также объяснять наблюдаемые результаты. Стандартным способом математического описания электрофизиологии изолированных кардиомиоцитов является система обычных дифференциальных уравнений. Миокард описывается с помощью монодоменного или бидоменного уравнения в частных производных.

Одним из расширений подхода к математическому моделированию одиночного кардиомиоцита является популяционное моделирование. Этот подход использует не одну модель, а набор из 10 000 или миллиона моделей с немного отличающимися параметрами. Такой набор моделей может быть анализирован статистическими методами или методами машинного обучения без учителя.

Другой стороной расширения подхода к математическому моделированию миокарда является персонализированное моделирование на основе данных медицинской визуализации. В рамках этого подхода на основании данных компьютерной томографии, магнитно-резонансной томографии или эхокардиографии строится геометрическая модель камер сердца. Далее в модели задается анизотропия и вводятся неоднородности по трансмембранным током. Расчет бидоменной модели позволяет смоделировать электрокардиограмму на поверхности торса.

В нашем обзорном докладе будут представлены результаты лаборатории Математической физиологии, полученные с использованием подходов популяционного и персонализированного моделирования. В рамках первого подхода выполняется работа по построению модели возрастных изменений миокарда предсердий сердца человека. В рамках второго подхода выполнены работа по построению модели торса человека, позволяющая получать реалистичные электрокардиографические сигналы. Модель верифицирована относительно данных реальных пациентов и может быть использована для разработки новых медицинских устройств.

Приглашаем к сотрудничеству с нами любые научные группы, занимающиеся клиническими исследованиями в кардиологии или исследующие кардиомиоциты и миокардиальную ткань в биологическом эксперименте.

POPULATION AND PERSONALIZED SIMULATION FOR STUDIES OF CARDIAC ELECTROPHYSIOLOGY

Ushenin K.

Institute of Immunology and Physiology of the UrB RAS, Ekaterinburg, Russia

E-mail: k.ushenin@gmail.com

Mathematical and computer simulation of electrophysiological phenomena allows a researcher to optimize the experimental design of biological and biophysical experiments, as well as explain the observed results. The standard way to describe the electrophysiology of an

isolated cardiomyocyte in mathematical terms is a system of ordinary differential equations. The myocardium is described using a monodomain or bidomain equations that are a partial differential equation of the reaction-diffusion type.

One of the extensions of these approaches is population modeling. This approach uses not one model, but a set of 10,000 or a million models with slightly different parameters. Solutions of such a set of models are analyzed with statistical methods or unsupervised learning approaches. The population of models is a suitable tool for model parameter fitting and prediction of the drugs arrhythmogenicity.

Another aspect of expanding the approach to mathematical modeling of the myocardium is personalized modeling based on medical imaging data. Within the framework of this approach, a geometric model of heart chambers is built based on computed tomography, magnetic resonance imaging, or echocardiography. Further, anisotropy is specified in the model and inhomogeneities concerning the transmembrane current are introduced. The calculation of the bidomain model allows us to simulate an electrocardiogram on the surface of the torso. This type of model may be suitable in the design of new biomedical devices.

Our report will present the results of the laboratory using population and personalized modeling approaches. As part of the first approach, we are building a series of models that represent the normal aging process of the human atrial myocardium. As part of the second approach, we have created a model of human torso electrophysiological model that is based on computed tomography data. The model is verified against real patient data.

We invite to joined research with us any scientific groups involved in clinical research in cardiology or studying cardiomyocytes and myocardial tissue in ex-vivo experiments. Also, we ready to help you to build software for processing the result of the biological experiments using machine learning and statistical approaches.

КЛИНИКО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКАЯ И ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МИЕЛОДИСПЛАСТИЧЕСКОГО СИНДРОМА

Шатохин Ю.В., Липилкин П.В.

**ФГБОУ ВО Донской Государственный Технический Университет Министерства
науки и высшего образования РФ, Ростов-на-Дону, Россия.**

E-mail: leeletter@ro.ru

Существует предположение, что мутации в генах эпигенетической регуляции имеют функциональное влияние на гемопоэтические стволовые клетки. Так как такие гены наиболее подвержены мутациям, это представляет ключевой интерес для изучения патогенеза миелодиспластического синдрома (МДС) [1,2]. Эпигенетическое профилирование пациентов с МДС оказали значительное влияние на понимание молекулярных основ этиологии, патогенеза и закономерностей прогрессирования болезни в острый лейкоз (ОЛ), но еще неизвестно, какие гены являются наиболее клинически значимыми [3,4,5]. Считается, что в патогенезе МДС задействовано порядка 50 генов, среди них - участвующие в эпигенетической регуляции: TET2, ASXL1, DNMT3A, EZH2, BCOR (коэкспрессор BCL-6), IDH1/2. Однако некоторые мутации генов эпигенетической регуляции определяются на уровне популяционной частоты и не всегда специфичны (встречаются при миелоидных и лимфоидных опухолях), хотя и характеризуют риск перехода МДС в ОЛ [6]. Появление в Классификации ВОЗ опухолей гемопоэтической и лимфоидной ткани 2017г. молекулярно-генетических данных о мутациях при МДС имеет целью создание прогностических индексов для пациентов [7].

Например, в исследовании Cargo C.A. et al. [8] изучался эпигенетический профиль в когорте пациентов с клональным гемопозом неопределенного потенциала (CHIP), и авторы заключили, что мутации в IDH2 были связаны с быстрым прогрессированием МДС, при этом подчёркивая неопределённую клиническую значимость результатов исследования ввиду отсутствия контрольной группы пациентов.

Также в исследовании Malcovati L. et al. [9] провели стратификацию рисков и частоту встречаемости мутаций в генах эпигенетической регуляции CHIP в популяции, где наиболее часто мутации регистрировались в генах TET2, DNMT3a, ANSX1L, но наиболее значимой в верификации риска была мутация SF3B1.

При ретроспективном анализе данных 75 пациентов с диагнозом МДС: 35 женщин, 40 мужчин со средним возрастом постановки диагноза 47 и 57 лет соответственно. Минимальный возраст женщин с МДС 27 лет, а мужчин 50 лет. Максимальный возраст МДС у женщин 82 года, у мужчин 81. Продолжительность МДС до ОЛ в среднем составляет 1 год. При оценке риска по шкале IPSS очень низкий\низкий 73,3%, промежуточный 18,7%, высокий 1,3%, по шкале WPSS очень низкий\низкий 72%, промежуточный 16%, высокий 2,7%, очень высокий 1,3%, по шкале IPSS-R очень низкий\низкий у 57,4%, промежуточный 32%, высокий 1,3%, по шкале MDS-CI низкий риск 54,5%, промежуточный 34,6%, что говорит о равнозначности применения шкал у данной выборки. Молекулярная генетическая нагрузка была сделана лишь 4 пациентам.

Таким образом, гены, участвующие в эпигенетической регуляции и определяющие патогенез МДС, не являются достаточно изученными для должной доказательной, но перспектива для использования в скрининге молекулярных дефектов, комплексной диагностике остаётся и имеет научный интерес [10,11,12].

Литература:

1. Heuser, M., Yun, H., & Thol, F. Epigenetics in myelodysplastic syndromes. *Seminars in Cancer Biology*, 2018. - №51. – P. 170–173.
2. Malcovati L., Hellström-Lindberg E., Bowen D., Adès L., Cermak J., Del Cañizo C., et. al.; European Leukemia Net. Diagnosis and treatment of primary myelodysplastic syndromes in adults: recommendations from the European LeukemiaNet. *Blood*, 2013. Vol.122. – №17. – P. 2943-2964.
3. Jhanwar, S. C.. Genetic and epigenetic pathways in myelodysplastic syndromes: A brief overview. *Advances in Biological Regulation*, 2015. – №58. – P. 34–35.
4. Pati, H., & Kundil Veetil, K. Myelodysplastic Syndrome/Myeloproliferative Neoplasm (MDS/MPN) Overlap Syndromes: Molecular Pathogenetic Mechanisms and Their Implications. *Indian Journal of Hematology and Blood Transfusion*, 2019. Vol.35. – №1. – P. 7-10.
5. . Odenike O., Onida F., Padron E. Myelodysplastic syndromes and myelodysplastic/myeloproliferative neoplasms: an update on risk stratification, molecular genetics, and therapeutic approaches including allogeneic hematopoietic stem cell transplantation. *Am Soc Clin Oncol Educ Book*, 2015. P. 398-412
6. Ковригина, А. М. Пересмотренная Классификация ВОЗ опухолей гемопэтической и лимфоидной ткани, 2017 (4-е издание): миелоидные неоплазии / А. М. Ковригина // Архив патологии. - 2018. - №6. - С. 43-49.
7. WHO Classification of tumours of lymphoid and hematopoietic tissues. Lyon: IARC; 2017;585.
8. Cargo, C. A., Rowbotham, N., Evans, P. A., Barrans, S. L., Bowen, D. T., Crouch, S., & Jack, A. S. Targeted sequencing identifies patients with preclinical MDS at high risk of disease progression. *Blood*, 2015. Vol. 126. – №21. – P. 2362–2365.

9. Malcovati, L., Ambaglio, I., & Elena, C. The genomic landscape of myeloid neoplasms with myelodysplasia and its clinical implications. *Current Opinion in Oncology*, 2015. Vol.27. – №6. P. 551–559.
10. Ganguly BB, Kadam NN. Mutations of myelodysplastic syndromes (MDS): An update. *Mutat Res Rev Mutat Res*. 2016. Vol. 769. – P. 47-62.
11. Gill H., Leung A., Kwong Y.L. Molecular and Cellular Mechanisms of Myelodysplastic Syndrome: Implications on Targeted Therapy. *International Journal of Molecular Sciences*, 2016. Vol. 17. – №4. – P. 440-451.
12. Voso M.T., Lo-Coco F., Fianchi L. Epigenetic therapy of myelodysplastic syndromes and acute myeloid leukemia. *Current Opinion in Oncology*, 2015. Vol. 27. – №6. – P. 534–538.

CLINICAL, EPIDEMIOLOGICAL AND GENETIC CHARACTERISTICS OF MYELOYDYSPLASTIC SYNDROME

**Shatokhin Yu., Lipilkin P.
Don State Technical University
E-mail: leeletter@ro.ru**

There is an assumption that mutations in epigenetic regulation genes have a functional effect on hematopoietic stem cells. Since such genes are most susceptible to mutations, this is of key interest in studying the pathogenesis of myelodysplastic syndrome (MDS) [1,2]. Epigenetic profiling of patients with MDS had a significant impact on the understanding of the molecular basis of the etiology, pathogenesis, and patterns of disease progression to acute leukemia (AL), but it is not yet known which genes are the most clinically significant [3,4,5]. It is believed that about 50 genes are involved in the pathogenesis of MDS, among them those participating in epigenetic regulation: TET2, ASXL1, DNMT3A, EZH2, BCOR (BCL-6 coexpressor), IDH1 / 2. However, some mutations of epigenetic regulation genes are determined at the level of population frequency and are not always specific (they are found in myeloid and lymphoid tumors), although they characterize the risk of MDS transition to OL. The appearance in the WHO Classification of tumors of hematopoietic and lymphoid tissue in 2017. molecular genetic data on mutations in MDS is aimed at creating prognostic indices for patients [6].

For example, in the study Cargo C.A. et al. [7] studied the epigenetic profile in a cohort of patients with clonal hematopoiesis of uncertain potential (CHIP), and the authors concluded that mutations in IDH2 were associated with rapid progression of MDS, while emphasizing the uncertain clinical significance of the study results due to the lack of a control group of patients.

Also in a study by Malcovati L. et al. [8] performed a risk stratification and the frequency of mutations in the CHIP epigenetic regulation genes in the population, where mutations were most often recorded in the TET2, DNMT3a, ANSXL1 genes, but the SF3B1 mutation was most significant in risk verification.

In a retrospective analysis of data from 75 patients diagnosed with MDS: 35 women, 40 men with an average age of diagnosis of 47 and 57 years, respectively. The minimum age of women with MDS is 27 years old, and men are 50 years old. The maximum age of MDS in women is 82 years old and in men is 81. The duration of MDS before OL is on average 1 year. When assessing risk on the IPSS scale, very low / low 73.3%, intermediate 18.7%, high 1.3%, on the WPSS scale, very low / low 72%, intermediate 16%, high 2.7%, very high 1 , 3%, on the IPSS-R scale, very low / low at 57.4%, intermediate 32%, high 1.3%, on the

MDS-CI scale, low risk 54.5%, intermediate 34.6%, which indicates the equivalence of the use of scales for this sample. Molecular genetic loading was done on only 4 patients.

Thus, the genes involved in epigenetic regulation and determining the pathogenesis of MDS are not sufficiently studied for proper evidence, but the prospect for use in the screening of molecular defects, complex diagnostics remains and has a scientific interest [9,10,11].

References:

1. Heuser, M., Yun, H., & Thol, F. Epigenetics in myelodysplastic syndromes. *Seminars in Cancer Biology*, 2018. - №51. – P. 170–173.
2. Malcovati L., Hellström-Lindberg E., Bowen D., Adès L., Cermak J., Del Cañizo C., et. al.; European Leukemia Net. Diagnosis and treatment of primary myelodysplastic syndromes in adults: recommendations from the European LeukemiaNet. *Blood*, 2013. Vol.122. – №17. – P. 2943-2964.
3. Jhanwar, S. C.. Genetic and epigenetic pathways in myelodysplastic syndromes: A brief overview. *Advances in Biological Regulation*, 2015. – №58. – P. 34–35.
4. Pati, H., & Kundil Veetil, K. Myelodysplastic Syndrome/Myeloproliferative Neoplasm (MDS/MPN) Overlap Syndromes: Molecular Pathogenetic Mechanisms and Their Implications. *Indian Journal of Hematology and Blood Transfusion*, 2019. Vol.35. – №1. – P. 7-10.
5. . Odenike O., Onida F., Padron E. Myelodysplastic syndromes and myelodysplastic/myeloproliferative neoplasms: an update on risk stratification, molecular genetics, and therapeutic approaches including allogeneic hematopoietic stem cell transplantation. *Am Soc Clin Oncol Educ Book*, 2015. P. 398-412
6. WHO Classification of tumours of lymphoid and hematopoietic tissues. Lyon: IARC; 2017;585.
7. Cargo, C. A., Rowbotham, N., Evans, P. A., Barrans, S. L., Bowen, D. T., Crouch, S., & Jack, A. S. Targeted sequencing identifies patients with preclinical MDS at high risk of disease progression. *Blood*, 2015. Vol. 126. – №21. – P. 2362–2365.
8. Malcovati, L., Ambaglio, I., & Elena, C. The genomic landscape of myeloid neoplasms with myelodysplasia and its clinical implications. *Current Opinion in Oncology*, 2015. Vol.27. – №6. P. 551–559.
9. Ganguly BB, Kadam NN. Mutations of myelodysplastic syndromes (MDS): An update. *Mutat Res Rev Mutat Res*. 2016. Vol. 769. – P. 47-62.
10. Gill H., Leung A., Kwong Y.L. Molecular and Cellular Mechanisms of Myelodysplastic Syndrome: Implications on Targeted Therapy. *International Journal of Molecular Sciences*, 2016. Vol. 17. – №4. – P. 440-451.
11. Voso M.T., Lo-Coco F., Fianchi L. Epigenetic therapy of myelodysplastic syndromes and acute myeloid leukemia. *Current Opinion in Oncology*, 2015. Vol. 27. – №6. – P. 534–538.

БИОТРАНСФОРМАЦИЯ ПИЩЕВЫХ ВЕЩЕСТВ КОМПЛЕКСНЫМИ ФЕРМЕНТАТИВНЫМИ ПРЕПАРАТАМИ

Ковалева Е.Г.¹, Коновалова А.А.¹, Рощипко Т.А.¹, Баракова Н.В.²

¹Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

**²Санкт-Петербургский научно-исследовательский национальный университет
информационных технологий, механики и оптики, Санкт-Петербург, Россия**

E-mail: e.g.kovaleva@urfu.ru

Пищевая промышленность производит большое количество побочных продуктов, которые становятся отходами, если не находят целевого назначения. Такими отходами являются окара, тофу, сыворотка, соевая меласса, пивная дробина, отработанные кофейные зерна, отработанная мякоть фруктов и овощей. Все они могут быть превращены в продукты питания с улучшенными функциональными свойствами, пользой для здоровья и / или хорошими органолептическими характеристиками, используя ферменты и микроорганизмы. Примерами таких продуктов могут быть тофу, сывороточное вино, биотрансформированная соевая пульпа с улучшенным пищевыми свойствами и ароматом. С другой стороны, существует растительное сырье и пищевые материалы, которые могут быть использованы для выделения пищевых ингредиентов и биологически активных веществ путем их (исходного сырья) биотрансформации. В настоящее время комплексные ферментные препараты, содержащие различные ферменты с протеолитической, амилολитической, бета-глюканазной, целлюлитической, ксиланазной и т. д. активностями., стали очень популярными в определенных процессах пищевой индустрии, таких как выпечка хлеба, затирание солода в пивоваренной промышленности, а также в изготовлении вина и производстве сиропов.

Данное исследование направлено на изучение методов биомодификации отработанной пивной дробины, соевой муки и водорослей хлорелла с целью изменения свойств сырья, получения или выделения некоторых ценных веществ и ингредиентов.

С целью размягчения пивной дробины для ее использования в качестве основы для кондитерских изделий, таких как батончики-мюсли и печенье, мы нашли оптимальные условия для их ферментативной обработки с помощью комплексного препарата Cellolux® A (ООО Сиббиофарм, Россия), содержащего целлюлозу, ксиланазу и бета-глюканазу. Для гидролитического разложения пивной дробины использовали гидромодуль 1:10; дозу фермента 23 единицы активности целлюлазы на 1 г пивной дробины; время гидролиза 2 часа; температуру 50°C; pH 5. В этих условиях мы наблюдали максимальное количество высвобождаемых восстановленных сахаров из 10% клетчатки., применяя DNS метод [1] Лизис клеточной стенки *Chlorella vulgaris* в дистиллированной воде и дальнейшая обработка суспензии с помощью Cellolux® A и препарата Distizim Protacid Extra® (Erbslöh Geisenheim, Германия), содержащего кислотную протеазу, в оптимальных условиях позволили выделить и получить высокий фактор роста хлореллы (CGF), который указывал на содержание сырого CGF и извлечение твердого вещества, равных 15 и 35% соответственно. Гидролиз соевой муки с использованием Distizim Protacid Extra® в оптимальных условиях (соотношении соевой муки и воды (гидромодуле) 1:6, времени гидролиза 2 ч; температуре 25° C) дает максимальное количество аргинина, валина и лизина. Гидролизат может быть добавлен в хлеб вместо воды, чтобы обогатить его вышеупомянутыми незаменимыми аминокислотами для получения продуктов питания для детей и пожилых людей.

Это исследование было частично поддержано грантом Благотворительного фонда Потанина для преподавателей, которые занимаются преподаванием и исследованиями для магистрантов (2017-2018).

[1] Miller, G.L., Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar, Anal. Chem. (1959) 31(3)426-428.

BIO-TRANSFORMATION OF FOOD MATERIALS WITH COMPLEX ENZYMATIC PREPARATIONS

Kovaleva E.¹, Konovalova A.¹, Roschipko T.¹, Barakova N.²

¹Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

²Saint-Petersburg Research National University of Information Technologies, Mechanics and Optics, Saint-Petersburg, Russia

E-mail: e.g.kovaleva@urfu.ru

The food industry generates large amounts of by-products, which become wastes if not properly utilized. Examples of food processing wastes include okara, tofu whey, soya molasses, brewer's spent grains, spent coffee grounds, fruits and vegetables pulps. All of them can be transformed into the food stuffs with enhanced functionalities, health benefits and/or sensory attributes using enzymes and microorganisms, e.g. tofu, whey wine, biotransformed okara with improved nutrition and flavour. On the other side, there are some raw plant and food materials, which can be applicable for isolation of food ingredients and biologically active substances by their (initial raw materials) bio-transformation. Nowadays, complex enzymatic preparations with contain different enzymes with proteolytic, amylolytic, beta-glucanase, cellulose, xylanase etc. functionalities have become very popular for specific food processes, such as baking bread, malt pretreatment in beer brewery industries, as well as in wine and syrups production.

This research is aimed to review the methods of bio-modification of brewer's spent grains, soya flour, carrot and chlorella algae with a purpose of changing properties of raw materials, producing or isolation some valuable substances and ingredients

With a purpose of brewer's spent grains softening in order to apply it as a base for confectionery such as grainy sweets and biscuits, we found the optimal conditions for enzymatic treatment them with *Cellolux® A* (LLC Sibbiopharm, Russia) containing cellulose, xylanase and beta-glucanase, namely, grains-to-water ratio 1:10; enzyme dose 23 units of cellulase activity per 1 g brewer's spent grains; hydrolysis time 2h; temperature 50°C; pH 5. At these conditions we observed the maximum amount of reduced sugars released by DNS method [1] from 10 % of natural fibers breakdown. Lysis of *Chlorella vulgaris* cell wall in distilled water and further treatment the suspension with *Cellolux® A* and proteolytic enzymatic preparation *Distizim Protacid Extra®* (Erbslöh Geisenheim, Germany) containing acidic protease at optimal conditions allowed to isolate and to obtain high chlorella growth factor (CGF) index, which indicated crude CGF content and solid recovery equal to 15 and 35 %, respectively. The hydrolysis of soy flour with *Distizim Protacid Extra®* at optimal conditions (soy flour-to-water ratio 1:6, hydrolysis time 2h; temperature 25 °C) yielded the maximum amount of arginine, valine and lysine. The hydrolysate can be added to bread substituting water to enrich it with the above-mentioned essential amino acids to produce a food for children as well as the nutrition products for the elderly people.

This research was partially supported by the Potanin Charity Foundation Grant for the Lecturers who are involved in teaching and research for Master Students (2017-2018).

[1] Miller, G.L., Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar, Anal. Chem. (1959) 31(3)426-428.

РАЗВИТИЕ «УРОДИНАМИКИ И НЕЙРОУРОЛОГИИ» В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ: ОТ ОФИСНОЙ УРОЛОГИИ К МУЛЬТИДИСЦИПЛИНАРНОМУ ЦЕНТРУ

Ромих В. В.

**Научно-исследовательский институт урологии
и интервенционной радиологии имени Н.А. Лопаткина –
филиал федерального государственного бюджетного учреждения
«Национальный медицинский исследовательский центр радиологии»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
Г. Москва, Российская Федерация
E-mail: vromikh@yandex.ru**

Уродинамическое (УД) исследование является центральным и единственным объективным функциональным методом исследования нарушений мочеиспускания. Известно, что отдельный симптом дисфункции нижних мочевых путей может иметь различную природу и объясняться различными, порой прямо противоположными факторами. Основной задачей УД исследования является патогенетическое обоснование симптомов. Эта задача реализуется на основании графической и цифровой регистрации многочисленных физических параметров цикла мочеиспускания в реальном времени. Традиционно направление «уродинамика» было связано с диагностикой нейрогенной дисфункции мочеиспускания. Фокусными группами были пациенты детского возраста с врожденными аномалиями развития нервной системы (миелодисплазия) и взрослые с такими заболеваниями как, рассеянный склероз, болезнь Паркинсона, а также перенесшие нарушение мозгового кровообращения и травму спинного мозга. В этих группах диагностика основного заболевания не сложна, а определение типа дисфункции нижних мочевых путей требует объективизации и не может быть достоверно определено на основании общеклинических данных. Это и являлось задачей УД тестирования.

На современном этапе существенно расширился круг заболеваний, требующих участия специалистов-нейроурологов. При недержании мочи у женщин первичное обследование позволяет точно определить только при «простых» его формах – «чистом стрессовом» недержании и «чистом» императивном. В реальной клинической практике таких форм - не более 20-25%. В остальных случаях недержание мочи представляет собой сочетание различных факторов. Объективное функциональное исследование позволяет не только идентифицировать каждый из них, но и установить приоритетность и выработать правильную лечебную стратегию. При принятии решения в пользу хирургической тактики лечения, уродинамика констатирует факт недержания, описывает его характеристики и служит юридической защитой врача в случае возникновения претензий. задержках мочеиспускания. Многие субклинические нейрогенные нарушения мочеиспускания у женщин могут быть выявлены только уродинамически, а наилучшие результаты оперативного лечения наблюдаются у тех пациенток, которым перед операцией выполнялось уродинамическое исследование.

При функциональной задержке мочеиспускания у женщин УД исследование позволяет провести дифференциальную диагностику инфравезикальной обструкции и нарушения сократимости мочевого пузыря. Задержка мочеиспускания может наблюдаться у женщин, перенесших онкологические операции на органах таза. В этом случае УД исследование становится обязательной частью программы урологической реабилитации онкологических пациентов. Высокий запрос на реабилитацию позволил включить в уродинамический диагностический комплекс ряд лечебных технологий: лечебную физкультуру, аппаратные тренировочные методики, биологическую обратную связь, электро-магнитную терапию, нейромодуляцию, ботулинотерапию и т.п.

Урологическая реабилитация требуется и мужчинам, у которых диагностируются нарушения на фоне или после лечения, проведенного по поводу онкологического заболевания. УД верификация нарушения, разработка реабилитационной урологической программы и ее реализация проводятся в подразделении «уродинамика и нейроурология». Оценка результатов лечения и динамическое наблюдение также проводятся с помощью уродинамической объективизации данных.

В настоящее время развитие направления идет по пути дальнейшего технического совершенствования. Внедрены сочетанные методики, позволяющие одновременно регистрировать параметры давления и объемов наполнения структур нижних мочевых путей и визуализировать состояние верхних мочевых путей при различных уродинамических «событиях» в нижних. Это позволяет выявлять и предупреждать вторичные жизнеугрожающие изменения в почках.

УД методы исследования и сопряженные технологии лечения входят в Российские Клинические рекомендации по большому количеству урологических заболеваний и в Программы реабилитации неврологических и онкологических пациентов. Подразделение «уродинамики и нейроурологии» является также научно-методическим центром, который в постоянном режиме внедряет накопленный опыт в регионы, где идет процесс формирования уродинамической службы. Точками роста стали Санкт-Петербург, Ростов на Дону, Краснодар, Екатеринбург, Барнаул, Уфа, Казань, Саратов, Белгород, Новосибирск.

THE DEVELOPMENT OF «URODYNAMICS AND NEUROUROLOGY» IN THE RUSSIAN FEDERATION: FROM OFFICE UROLOGY TO THE MULTIDISCIPLINARY CENTRE

Romikh V.

Institute of Urology and Interventional radiology them. ON. Lopatkina

- branch of the Federal State Budgetary Establishment of the National Medical Research Center of Radiology "of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow

E-mail: vromikh@yandex.ru

Urodynamics (UDs) investigation is the central and the only one objective functional method in voiding dysfunction evaluation. It is known, that single symptom of voiding dysfunction can be pathogenetically various and can have controversial explanations. The basic aim of UD's investigation is to provide symptoms pathogenetic interpretation. This aim realizes by curves and report registration of physical parameters of voiding cycle in real time.

Traditionally, the term "urodynamics" has been associated with neurogenic voiding dysfunction. The focus groups were pediatric patients with myelodysplasia, adults with

neurological diseases such as multiple sclerosis, Parkinson's disease, spinal cord injury and stroke. In these groups, the diagnosis of the primary disease is not complicated, but definition of the type of voiding dysfunction requires objectification and cannot be determined during basic clinical assessment. This is the aim of UDs investigation.

Currently, the range of diseases that require neurourologist's participation has expanded significantly. For example, in case of urinary incontinence in women general clinical examination determines the type of incontinence only in "simple" forms ("pure stress incontinence" and "pure urgency incontinence"). In real clinical practice not more than 20-25% of incontinent females have its simple forms. In other cases, urinary incontinence is a combination of various factors. Objective functional examination allows to identify each of them, to find leading problem and to define treatment. When planning surgical treatment, UDs investigation defines incontinence type, describes its characteristics and provides doctor's legal protection in case of patient claims.

Many subclinical neurogenic voiding dysfunction in women can be detected only by UDs. The best surgical results are achieved in patient groups investigated by UDs before surgery. In case of functional urinary retention UDs investigation allows to differentiate bladder outlet obstruction and bladder underactivity. Urinary retention can occur in women who have undergone pelvic surgery because of oncology diseases. In this case, UDs investigation becomes an important part of the urological rehabilitation program.

The high request for rehabilitation made it possible to include treatment technologies into the urodynamic diagnostic complex: physiotherapy, exercises, computer training techniques, biofeedback, electro-magnetic therapy, neuromodulation, botulinum toxin therapy, etc.

Urological rehabilitation is required for men complaining of voiding disorders after cancer treatment. UDs verification of voiding dysfunction, the development of urological rehabilitation program and its realization are carried out in the urodynamics and neurourology department. Evaluation of treatment results and dynamic observation are also conducted using UDs.

At the moment, this branch is being technically improved. Combined techniques of simultaneous recording of pressure parameters, filling volumes and visualization of upper urinary tract during various urodynamic "events" have been introduced. This allows to identify and prevent secondary life-threatening changes in kidneys.

UDs investigation and associated treatment technologies are included in Russian Clinical Guidelines for the most of urological diseases and in Rehabilitation Programs for neurology and oncology. Department of urodynamics and neurourology is also a scientific and methodological Centre, which is constantly translating accumulated experience to the regions where the process of formation of the urodynamic service is ongoing. Growth points are St. Petersburg, Rostov-on-Don, Krasnodar, Yekaterinburg, Barnaul, Ufa, Kazan, Saratov, Belgorod, Novosibirsk.

АНТИДИАБЕТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ИЗОФЛАВОНОВ ЭКСТРАКТА КОРНЕЙ КУДЗУ В ЛЕЧЕНИИ КРЫС, БОЛЬНЫХ ДИАБЕТОМ

Дуру К.С.¹, Ковалева Е.Г.¹, Данилова И.Г.^{1,2}

**¹Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.
Ельцина, Екатеринбург, Россия**

**²Институт иммунологии и физиологии Уральского отделения Российской
Академии Наук, Екатеринбург, Россия
E-mail: e.g.kovaleva@urfu.ru**

Изофлавоны, а именно пуэарин, генистеин и дайдзеин, были экстрагированы из корней кудзу (*Pueraria lobata*), с использованием природных глубоких растворителей в качестве растворителя. Количественное определение содержания изофлавонов в экстракте показало, что он содержит $3,69 \pm 0,02\%$ пуэарина, $0,27 \pm 0,005\%$ дайдзеина и $0,037 \pm 0,001\%$ генистеина. Была проведена оценка антидиабетического потенциала экстракта изофлавонов у аллоксановых крыс, больных диабетом, в дозе 100 и 200 мг / кг веса животного. Было обнаружено, что у животных, которые получали экстракт, наблюдалось снижение уровня глюкозы в крови натощак и гликозилированного гемоглобина, а также снижение непереносимости глюкозы по сравнению с необработанными диабетическими крысами. Срезы поджелудочной железы крыс, принимавших экстракт, показали увеличение количества иммуноокрашенного инсулина и K₁₆₇-позитивных клеток и восстановление структуры островков поджелудочной железы по сравнению с органами диабетических крыс, не принимавших экстракт. Аналогично, срезы почек у крыс с диабетом, получавших экстракт, показали пониженную гиперцеллюлярность клубочков по сравнению с крысами, больными диабетом и не принимавших экстракт. Оценка печеночных и почечных биохимических параметров показала значительную разницу между сывороточными уровнями аланинаминотрансферазы (ALT), аспартатаминотрансферазы (AST) и мочевины у крыс с диабетом, получавших экстракт, богатый изофлавонами, по сравнению с группой диабетических крыс, не принимавших препарат, однако уровень щелочной фосфатазы (ALP) у диабетических животных, получавших экстракт, обогащенный изофлавонами, не отличался по сравнению с контрольной группой лабораторных животных.

Работа была поддержана Российским Научным Фондом (Грант 16-15-000390-П).

ANTI-DIABETIC POTENTIAL OF ISOFLAVONE RICH KUDZU ROOT EXTRACT IN TREATMENT OF DIABETIC RATS

Duru K.¹, Kovaleva E.¹, Danilova I.^{1,2}

**¹Ural Federal University named after the first President of Russia B. N. Yeltsin,
Yekaterinburg, Russia**

**²Institute of Immunology and Physiology of the Ural Branch of the Russia Academy
of Science, Yekaterinburg, Russia
E-mail: e.g.kovaleva@urfu.ru**

Isoflavones namely puerarin, genistein, and daidzein were identified from the extract obtained from *Pueraria lobata* natural deep solvents as an extracting solvent. The quantification of the isoflavone content of the extract showed that it contained $3.69 \pm 0.02\%$

puerarin, $0.27 \pm 0.005\%$ daidzein, and $0.037 \pm 0.001\%$ genistein, respectively. The antidiabetic potential of the isoflavones-rich extract at a dose of 100 and 200mg/kg of animal weight was evaluated in alloxan-induced diabetic rats, and it was found that diabetic rats treated with the extract showed decreased levels of fasting blood glucose and glycosylated haemoglobin, and decreased glucose intolerance as compared to untreated diabetic rats. Pancreas sections of diabetic rats treated with the extract showed an increased number of immunostained insulin and Ki67 positive cells, and restoration of the pancreatic islet structure compared with untreated diabetic rats. Similarly, kidney sections of diabetic rats treated with the extract showed reduced hypercellularity of the glomerulus compared with untreated diabetic rats. Evaluation of hepatic and renal biochemical parameters revealed a significant difference between the serum levels of alanine aminotransferase (ALT), aspartate aminotransferase (AST), and urea in diabetic rats treated with the isoflavone-rich extract compared with untreated diabetic group ($p < 0.05$), however, alkaline phosphatase (ALP) level of the diabetic animals treated with isoflavone rich extract did not differ compared with diabetic group ($p = 0.05$).

This work was supported by the Russian Science Foundation RSF (Grant 16-15-000390-П).

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И БУДУЩИЕ ТЕНДЕНЦИИ В ИССЛЕДОВАНИИ МЯСА И ЯИЦ ДОМАШНЕЙ ПТИЦЫ

Хельга Медич, Эстелла Прукнер Радович
Загребский университет, Загреб, Хорватия
E-mail: hmedic@pbf.hr , prukner@vef.hr

В течение последних десяти лет мясо и яйца домашней птицы изучались в Хорватии по различным аспектам, таким как влияние кормовых добавок с использованием различных растительных продуктов на качество мяса и яиц домашней птицы, применение новых технологий, таких как замораживание с высоким гидростатическим давлением, вакуумное замораживание и применение ультразвука высокой интенсивности, и их влияние на качество и безопасность мяса птицы, а также на пенообразование и физические свойства яичного белка, влияние антиоксидантного потенциала гибрида кукурузы на окислительную стабильность яичного желтка, влияние добавления лимонной кислоты на функциональные и физические свойства пастеризованных жидких яиц и обогащение столовых яиц n-3 PUFA и лютеином. В этих исследованиях использовались различные методы, от сенсорной оценки до инновационных методов LC-МС и GC-МС. Кроме того, из-за повышенного интереса потребителей к более здоровой пище, большое внимание было уделено разработке продуктов из домашней птицы с функциональными свойствами, которые могут укреплять здоровье и предотвращать риск заболеваний. Для достижения этой цели было разработано множество стратегий, начиная с практик животноводства и заканчивая управлением питанием и кормлением, манипулированием мясным сырьем и преобразованием мясных продуктов за счет сокращения вредных компонентов и/или добавления функциональных ингредиентов во время обработки. Возникновение пороков качества мяса таких как синдромы «мясо спагетти», «деревянная грудь» или «белая полосатость» и их влияние на качество мяса цыплят-бройлеров, а также функциональных продуктов из мяса птицы широко изучаются и будут оставаться

важными в будущем. Совокупность технологий, методов и алгоритмов, с помощью которых компьютер может обрабатывать изображения и видео-поток и другие инновационные неразрушающие и быстрые методы, такие как NIR-анализатор мяса, должны быть улучшены и внедрены для анализа качества мяса птицы. Применение нанотехнологий на птицеперерабатывающем заводе позволит повысить безопасность и качество продукции.

CURRENT STATUS AND FUTURE TRENDS IN THE RESEARCH OF POULTRY MEAT AND EGGS

Helga Medić, Estella Prukner Radovčić
University of Zagreb, Zagreb, Croatia
E-mail: hmedic@pbf.hr , prukner@vef.hr

During last ten years poultry meat and eggs have been studied in Croatia from various aspects such as influence of feeding supplementation with different plant products on the quality of poultry meat and eggs, application of novel technologies like high hydrostatic pressure freezing, vacuum freezing and high-intensity ultrasound and their influence on quality and safety of poultry meat as well as on foaming and physical properties of egg white, effect of maize hybrid antioxidant potential on egg yolk oxidative stability, effect of citric acid addition on functional and physical properties of pasteurized liquid eggs and enriching table eggs with n-3 PUFA and lutein. Different methods have been used in these researches from sensory evaluation to innovative LC-MC and GC-MS methods. Also, due to increased interest of consumers for healthier food, much attention has been paid to development of poultry products with functional properties, which may promote health and prevent the risk of diseases. Many strategies have been developed to achieve this goal from animal production practises through nutrition and feeding management, manipulation of meat raw materials and reformulation of meat products through reduction of unhealthy components and/or addition of functional ingredients during processing. Occurrence of white striping, wooden breast and spaghetti meat myopathies and their influence on quality of broiler chicken breast meat as well as functional poultry meat products are widely investigated and will remain important in the future. Computer vision and other innovative non-destructive and fast methods like NIR have to be improved and implemented in analysing poultry meat quality. Application of nanotechnologies in the poultry processing plant will enhance the safety and quality of products.

ЧАСТОТА ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПОВРЕЖДЕНИЙ ГРУДНЫХ КОСТЕЙ У КУР - НЕСУШЕК ПРИ АЛЬТЕРНАТИВНОМ РАЗВЕДЕНИИ И В КЛЕТКАХ С ОБОГАЩЕНИЕМ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ

Янечич З., Кралик З., Бедекович Д.
Загребский университет, факультет сельского хозяйства, Загреб, Хорватия
E-mail: zjanjecic@agr.hr

В конце 1980-х и начале 1990-х годов прошлого века возникли мысли о переходе на новые системы размещения кур-несушек, целью которых являлось сбалансирование

потребностей птиц в повышении их благополучия и продолжение обеспечения прибыльности производства куриных яиц. Директива Совета ЕС 1999/74/EU выделяет три типа систем разведения кур-несушек. Клеточные системы без обогащения среды обитания были запрещены с 1 января 2012 года. Системы, которые остаются в использовании – это клетки с обеспечением обогащения среды обитания, в которых для кур предназначено не менее 750 см² площади поверхности, и альтернативные системы, в которых в расчете на 9 кур-несушек предоставлена полезная площадь не менее одного квадратного метра, по крайней мере с одним гнездом для каждых 7 кур и с соответствующими помостками. Независимо от того, какая система используется, у всех кур должно быть гнездо, места для посадки, участок с подстилкой, чтобы несушки могли удовлетворить свои видовые потребности, в частности, клевать, грести и купаться в пыли, а также неограниченный доступ к кормушкам. Наиболее распространенной альтернативной системой содержания для кур-несушек является система параллельно идущих помостков с несколькими отсеками или отделениями, необходимыми в соответствии с директивой ЕС 98/58/EU о защите сельскохозяйственных животных, которая не разрешает содержать более 6000 кур-несушек в одном помещении без его пространственного разделения.

Одной из самых больших проблем, с которыми сталкиваются производители куриных яиц, является вероятность повреждения грудных костей. В последнее десятилетие многочисленные исследования, в основном проводимые в странах ЕС, сообщают об отклонениях и переломах костей в пределах от 5% до 97%, в зависимости от осанки и возраста кур. Фактический диапазон количества пострадавших кур сильно варьируется и, вероятно, зависит от ряда факторов, в том числе включая: возраст, среду разведения, кормление, генетическое происхождение и систему размещения. Хотя птиц с переломами или без них сложно распознать и особых отличий не замечается в их поведении (если только не используются специальные методы наблюдения), переломы обычно можно легко определить путем пальпации. Считается, что переломы, особенно свежеполученные, и в состоянии, когда кости не обездвижены, а находятся в отдельных частях, вызывают боль у кур и снижают их жизнеспособность и продуктивность. Похоже, что данное влияние на производительность особенно велико у кур старше 50 недель.

Возможности снижения частоты повреждения грудных костей сосредоточены на деятельности во время разведения цыплят, в периоды откладки яиц, при этом основное внимание уделяется кормлению. Когда это возможно, условия для разведения и откладки яиц должны быть как можно более схожими, особенно в клеточной и вклеточной системах производства яиц. Во время разведения дополнительные устройства должны вводиться постепенно, чтобы куры могли научиться правильно их использовать, что приводит к усвоению более точных движений. Общеизвестно, что повышенная активность ведет к улучшению здоровья костей. Производители должны также рассмотреть конкретные меры, включая ранний доступ к помосткам и/или пандусам. Куры, как известно, не могут хорошо летать, а лучше ходят и подсакивают на небольшое расстояние, чтобы двигаться вертикально. В период кладки куры сталкиваются с устройствами в окружающей среде, что приводит к переломам. Процесс кормления очень ответственен и требует выработки соответствующих рекомендаций, так как потребности кур-несушек значительно изменились с течением времени, а производство яиц и продолжительность цикла откладки значительно увеличились. Общие рекомендации, основанные на проведенных исследованиях, показывают, что в период разведения цыплятам следует давать минимум 9 г/кг в возрасте от 0 до 14 недель во время роста с последующим увеличением до 35 г/кг кальция в еде, а добавка витамина К (12 мг/кг) приводит к увеличению объема кости, что способствует лучшему хранению кальция. Во время закладки корма, смесь, содержащая от 0,11 до 0,26%

нефитинового фосфора с добавлением фитазы, может служить для лучшего удержания кальция, а кормление более крупными гранулами кальция за 2–3 часа до того, как погаснет свет, приводит к большему поглощению кальция.

THE PREVALENCE OF KEEL BONE DAMAGE IN LAYING HENS IN ALTERNATIVE AND ENRICHED CAGES REARING

Janječić Z., Kralik Z., Bedeković D.
University of Zagreb Faculty of Agriculture, Zagreb, Croatia
E-mail: zjanjecic@agr.hr

In the late 1980s and early 1990s, the transition to new laying systems of laying hens began to be considered, in order to balance the needs of increasing animal well-being and continue to ensure the profitability of chicken egg production. Council Directive 1999/74/EC (July 1999) made a distinction between 3 types of rearing systems for laying hens. Of these three, the non-enriched cage systems have been prohibited since the 1st of January 2012. The systems which remain in use are enriched cages where laying hens have at least 750 cm² of cage area per hen and alternative systems where the stocking density does not exceed 9 laying hens per m² of usable area, with at least one nest for every 7 hens and adequate perches. Whichever system is used, all hens must have a nest, perching space, litter to allow pecking and scratching and unrestricted access to a feeder. The most common alternative system for laying hens is a barn system with a number of compartments or aviary required by EU Directive 98/58 / EC on the protection of farm animals, which permits a maximum of 6 000 laying hens per compartment.

One of the biggest challenges faced by producers of hen eggs is the incidence of keel bone damage. In the last decade, numerous studies, mainly conducted in EU countries, have reported deviations and fractures of the bones ranging from 5% to as high as 97%, depending on the keeping system and the age of the hens. The actual range of the number of hens affected varies greatly and probably depends on a number of factors, including, but not limited to: age, breeding environment, feeding, genetic lineage and accommodation system. Although birds with or without fractures may act similarly (unless using special observation methods), fractures can usually be easily identified by palpation. Fractures, especially when fresh and in a state where the bones are not immobilized but are in separate pieces, are believed to cause pain in the hens and reduce liveliness and productivity. Performance effects appear to be particularly large in hens over 50 weeks of age.

Possibilities of reducing the incidence of keel bone damage are focused on activities during pullet breeding, egg laying periods, with the main focus on feeding. Whenever possible, the environment for breeding and laying eggs should be as similar as possible, especially in a cage and non-cage egg production system. During breeding, additional equipment should be introduced gradually so that the hens can learn how to use them appropriately, leading to more precise movements. It is generally known that increased activity leads to better bone health. Manufacturers should also consider specific interventions including early access to perches and / or ramps. Hens are not known to be good flyers and are better at walking and taking short jumps to move vertically. During laying, hens collide with equipment in their environment, leading to fractures. Feeding is very demanding in terms of giving recommendations, as the needs of hybrid laying hens have changed significantly over time, as egg production and the length of the laying cycle have increased dramatically. General recommendations based on studies indicate that hens should be given a minimum of

9g / kg between 0 and 14 weeks of age while growing, followed by an increase of up to 35g / kg of calcium in the meal, with vitamin K supplementation (12 mg / kg) increasing bone volume which benefits better calcium storage. During laying, a feed containing 0.11 to 0.26% of non-phytin phosphorus supplemented with phytase can serve to retain better calcium, and feeding larger granules of calcium 2 to 3 hours before the light is extinguished leads to greater calcium absorption.

МИКОТОКСИНЫ В ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ - КАК ПРЕДОТВРАТИТЬ И ЧТО ДЕЛАТЬ, ЕСЛИ ДЕЛА ПОШЛИ ПЛОХО

Šarkanj Bojan¹, ShamtsyanMark²

¹Кафедра пищевых технологий, университет Норс, Копривница, Хорватия

**²Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Санкт-Петербург, Россия
E-mail: bsarkanj@unin.hr, mark.shamtsyan@yandex.ru**

Микотоксины - это токсичные вторичные метаболиты плесеней, которые являются неизбежными загрязнителями нашей пищи. Они загрязняют более 90% нашей пищи в различных концентрациях, но в основном ниже нормативных пределов. Их возникновение тесно связано с погодными условиями во время роста культур, временем сбора урожая и условиями хранения. Для возможности контролирования микотоксинов в нашей пище, вышеупомянутый период имеет решающее значение для минимизации загрязнения. В полях необходим севооборот в сочетании с надлежащими сельскохозяйственными методами, для минимизации заражения плесневыми грибами, особенно в условиях изменения климата, когда также изменяется и естественная микробиота, и плесневые грибы продвигаются к полюсам приблизительно со скоростью 30 км в год. В этом причина того, что некоторые из наших культур загрязнены ранее не наблюдаемыми микотоксинами в регионе. В полевых условиях погодные условия имеют решающее значение и во время цветения сельскохозяйственных культур, и на это мы оказываем наименьшее влияние. Когда во время цветения имеют место чрезвычайно влажные или очень сухие условия, растения очень часто загрязняются плесенью, что приводит к высокому загрязнению урожая микотоксинами. Необходимо проводить сбор урожая в сухих условиях, чтобы избежать воздействия влаги, которая является одним из необходимых условий для прорастания спор грибов. И наконец, условия хранения должны быть сухими и чистыми, и обеспечивать надлежащий мониторинг этих условий. Если загрязнение все же происходит, существует несколько доступных методов обеззараживания: различные методы обработки - от физико-химических до биохимических методов, каждый из которых более подходит для того или иного типа пищевого или кормового продукта.

MYCOTOXINS IN FOOD – HOW TO PREVENT AND WHAT TO DO WHEN THINGS GO BAD

Šarkanj Bojan¹, ShamtsyanMark²

¹ Department of Food Technology, University North, Koprivnica, Croatia

² St. Petersburg State Institute of Technology (Technical University), St. Petersburg, Russia

E-mail: bsarkanj@unin.hr, mark.shamtsyan@yandex.ru

Mycotoxins are toxic secondary metabolites of moulds that are unavoidable contaminants of our food. They are contaminating more than 90 % of our food at various concentrations, but mostly below regulatory limits. Their occurrence is highly linked to the weather conditions during crops growth, harvesting time and storage conditions. To be able to control the mycotoxins in our food, the above-mentioned period are crucial for minimising of the contamination. At the field, crop rotation, combined with proper agricultural techniques are necessary for minimization of mould contamination, especially during climate changing environment, where the naturally occurring microbiota is also changing, and the moulds are moving towards poles at approximate speed of 30 km / year. This is the reason why some of our crops are contaminated with yet unexpected mycotoxins in the region. In the field, also, the weather conditions are crucial during flowering of the crops, and to those we have the least effect. When extremely wet or extremely dry conditions are present during flowering, plants are very often contaminated with moulds, following high mycotoxins contamination of the crop. Harvest has to be adapted to be done during dry conditions to avoid exposure to the moisture that is one of requirements for fungal spores germination. At the end, the storage conditions have to be dry and clean, and ensure proper monitoring of those conditions. If contamination still occurs there are still several decontamination techniques available: different processing techniques – from physical chemical to biochemical methods, each more appropriate for one type of food or feed.

КОМПЬЮТЕРНАЯ МОДЕЛЬ СЕРДЦА

Ирена Галич, Хрвое Левентич, Мария Хабиан, Кресимир Ромич
Факультет электротехники, компьютерных наук и информационных технологий Осиек, Хорватия

E-mail: irena.galic@ferit.hr, [hrvoje.leventic@ferit.hr](mailto:hroje.leventic@ferit.hr), marija.habijan@ferit.hr,
kresimir.romic@ferit.hr

Сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ) представляют собой одну из самых опасных угроз для здоровья человечества. Разработка методики неинвазивной визуализации сердца позволяет обследовать организм человека без необходимости хирургического вмешательства. Подобный метод визуализации совместно с компьютерным медицинским программным обеспечением высокой сложности позволяют получить многомерные изображения сердца в течение единичного кардиоцикла. Внедрение подобного медицинского программного обеспечения представляет собой сложный процесс, главным образом потому, что он предполагает обработку больших объемов многомерных данных. Для преодоления этих препятствий начальным шагом при разработке подобного программного обеспечения является разграничение кардиоструктур и окружающих органов и тканей, то есть удаление излишней

информации. Обычно эта задача выполняется при помощи методики и алгоритмов сегментации изображения, которые претерпели значительную оптимизацию за последние несколько десятилетий.

Наше предыдущее исследование в этой области включало разработку инновационных полуавтоматических методов сегментации и анализа ушка левого предсердия (УЛП), предназначенных для планирования процедуры закрытия УЛП. Закрытие УЛП представляет собой относительно новую перкутанную процедуру для профилактики инсульта у пациентов, страдающих мерцательной аритмией. Данная методика включает сегментирование УЛП с показателями совпадения коэффициента Дайса, равными 92,52% и 91,63%, относительно экспериментально полученных данных сегментации. После выполнения сегментации УЛП данная методика предлагает варианты расположения блокатора и выполняет измерения, необходимые для планирования процедуры закрытия. Кроме того, наше текущее исследование включает методику многометочной сегментации целого сердца, которая обеспечивает общий средний показатель сегментации всего сердца при совпадении коэффициента Дайса, равном 89% относительно экспериментально полученных данных. После достижения удовлетворительных результатов сегментации следующим шагом, необходимым для получения полной картины состояния сердца, является расчет основных показателей сердечной деятельности, а также определение его геометрии. Полный анализ состояния сердечно-сосудистой системы обеспечивается путем определения множественных количественных показателей работы камер сердца в сочетании с количественным анализом функций основных артерий (аорты, коронарных артерий, сонной артерии). Хотя методики индивидуального количественного анализа уже существуют, наша цель состоит в том, чтобы улучшить диагностику и лечение пациентов путем разработки самых передовых методов, которые будут способствовать оптимизации процессов диагностики и лечения исходя из продвинутых методик, обеспечивающих наиболее высокие показатели количественного анализа сердечной деятельности на основе единичных медицинских изображений. Конечный результат нашей деятельности направлен на то, чтобы содействовать медицинским работникам в области повышения качества диагностики ССЗ, а также обеспечить для научных отрудников различные варианты апробирования и оптимизации разрабатываемых методик.

Эта работа была частично поддержана Хорватским научным фондом в рамках проекта UIP-2017-05-4968.

IMAGINE HEART

Irena Galić, Hrvoje Leventić, Marija Habijan, Krešimir Romić
Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology
Osijek, Osijek, Croatia
E-mail: irena.galic@ferit.hr, hrvoje.leventic@ferit.hr, marija.habijan@ferit.hr, kresimir.romic@ferit.hr

Cardiovascular diseases (CVDs) are one of the most dangerous threats to human health. According to the last available statistics from European Heart Network, CVDs are responsible for 45% of all deaths in Europe, while around 85 million (11.2% of the European population) are still living with CVDs. The evolution of noninvasive cardiac imaging enables the inspection of a human body without the need for surgical interventions. Such imaging, in collaboration with sophisticated computer-aided medical software, can provide multi-dimensional cardiac

images through-out a single cardiac cycle. The implementation of such medical software is a complex task, mostly because it involves the processing of a massive amount of highly-dimensional data. To overcome this obstacle, an initial step in the development of such software is the isolation of the cardiac structures from surrounding tissues and organs, i.e., removal of unnecessary information. Usually, this task is performed by the segmentation methods and algorithms, which have tremendously improved throughout the last few decades.

Our previous research on this subject involves the development of novel semi-automatic left atrial appendage (LAA) segmentation and analysis methods, used for the planning of the LAA closure procedure. LAA closure is a relatively novel percutaneous procedure for stroke prevention in patients suffering from atrial fibrillation. The method segments LAA with dice coefficient overlap of 92.52% and 91.63% against the ground truth segmentations. After LAA segmentation, the method proposes the location for the occluder placement and calculates measurements needed for closure procedure planning. While in this case the necessary measurements can be determined from the segmentation, in other medical procedures, such as cerebral arteriovenous malformation (AVM) embolization, the segmentation alone is not sufficient. Through the combination of AVM localization and vessel delineation methods, our proposed solution allows the decomposition of the AVM into veins, arteries, and the nidus, thus helping with the planning of the procedure. Moreover, our current research involves multi-labeled whole heart segmentation method that obtained an overall average score for the entire heart segmentation with the dice coefficient overlap of 89% against the ground truth. After receiving satisfying segmentation, the next necessary step for obtaining full cardiac health overview is the calculation of the essential cardiac indicators, as well as the determination of its geometry. The process of determination of these indicators is referred to as cardiac quantification. Therefore, our focus is also aimed at automatic determination of the hearts' functional parameters such as ejection fraction, chamber volumes, cardiac output, stroke volume, myocardial mass, wall thickness, and thickening. The complete cardiovascular health analysis can be provided by the determination of multiple cardiovascular quantifications of heart chambers, combined with the quantification of essential arteries (aorta, coronary arteries, carotid). Although the methods for individual quantifications already exist, our aim is to improve the diagnostics and patient treatment through the development of advanced methods, which will be able to provide diagnostics and patient treatment with the development of advanced methods that will provide the highest number of heart quantifications from one medical image. The final result will be able to assist medical professionals with CVD diagnosis, as well as provide researchers with options for testing and improving developed methods.

This work has been supported in part by Croatian Science Foundation under the project UIP-2017-05-4968.

**СЕКЦИЯ 2 : АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ. ЭНЕРГЕТИКА. /
SECTION 2 : ALTERNATIVE ENERGY SOURCES. ENERGY.**

**INTEGRATION OF RENEWABLES INTO SHORT-SEA AND INLAND SHIPPING
SECTORS: TECHNO-ECONOMIC AND ENVIRONMENTAL ASPECTS**

Vladimir N., Perčić, M., Ančić I.

**University of Zagreb, Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture,
Zagreb, Croatia**

E-mail: nikola.vladimir@fsb.hr

Exhaust gases due to combustion of fuel in internal combustion engines can be considered as one of the major causes of marine environment pollution, where the most pernicious emissions are carbon monoxide (CO), carbon dioxide (CO₂), sulphur oxides (SOX), nitrogen oxides (NOX) and particulate matter (PM₁₀). The presence of these gases has negative effect both on the environment and on human health causing respiratory diseases. Furthermore, greenhouse gases (GHGs) in the atmosphere cause the greenhouse effect, which leads to the Earth's surface warming and influences climate changes. In order to control GHG emissions at global level there are different regulations like the Kyoto Protocol from 1997 as well as the most recent climate agreement, i.e. the Paris Agreement, adopted in 2015, with an aim to keep the global temperature rise this century well below 2 °C above pre-industrial levels and to limit the temperature increase even further to 1.5 °C. It is fair to say that research into emissions from shipping and the wider impact on air quality as well as climate changes has been mainly directed to ocean-going vessels, and less to short-sea and inland waterway ships and their emissions. The reason for this is mainly the general opinion that these emissions have a small contribution to total transport emissions. However, it is important to mention that short-sea and inland waterway transportations are regularly realized within highly populated areas, and therefore their effects should not be ignored. So, these sectors become oriented to use of cleaner fuels and/or renewable energy sources. This work discusses techno-economic and environmental aspects of integration of renewable energy sources into short-sea and inland shipping sectors. The investigation includes analysis of existing short-sea and inland waterway fleets, where Croatia is taken as a test case. Beside assessment of ship power systems and their operative profiles, detailed analysis of Croatian energy system with particular emphasis to electricity production is needed, in order to offer acceptable options to reduce carbon footprint and operational costs of these transportation modes. For two ships (one engaged in short-sea shipping and another engaged in river transportation) detailed life cycle cost assessments (LCCAs) were done assuming different configurations of their power systems and several carbon allowance scenarios. For this purpose a kind of analytical model for simulation of the energy use and emission output incorporated in GREET 2018 software is combined with unit energy prices for different energy sources. The results indicate that electrification of short-sea and inland waterway transportation is promising option to reduce their environmental effects and to achieve significant financial savings during the fleet lifetime. It should be mentioned that electrification of marine and inland waterway sector is rather case- and location-specific. Therefore, there are no general conclusions for some other fleets. However, the used methodology can be applied to investigate viability of integration of renewable energy sources in any other

transportation mode at some other geographical location. This research was supported by the Croatian Science Foundation under the project Green Modular Passenger Vessel for Mediterranean (GRiMM), (Project No. UIP-2017-05-1253).

КОРРОЗИЯ ОБОРУДОВАНИЯ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПАРОВОЙ КОТЕЛЬНОЙ г. ОМСКА

Голованова О. А., Семенов А. Д.

Омский государственный университет им. Ф. М. Достоевского, Россия

E-mail: golovanoa2000@mail.ru

С помощью установок водоподготовки поддерживается определенный водно-химический режим работы оборудования ТЭС, котельных и в тепловых сетях. Нарушения вводно-химического режима всегда приводят к ухудшению эксплуатационных и экономических показателей энергетических установок и ведут к перерасходу топлива, выходу из строя оборудования и т. д.

Таким образом, целью данной работы является изучение процессов коррозии стали ВСтЗсп в водных средах теплоэнергетических установок и установление оптимальных режимов эксплуатации оборудования.

В ходе эксперимента были заготовлены стальные металлические пробы-пластины (ВСтЗсп), взвешены и помещены в воду-теплоноситель на разные сроки эксперимента.

При проведении исследований была использована методика по определению скорости коррозии РД 153-34.1-17.465-00 «Методические указания по оценке интенсивности процессов внутренней коррозии в тепловых сетях».

При изучении влияния времени эксперимента на скорость коррозии установлено, что при увеличении его продолжительности скорость коррозии возрастает. За период 15 суток скорость коррозии составила в среднем 0.113 мм/год, а на 57 сутки эксперимента скорость коррозии увеличилась почти в два раза. Но стоит отметить, что скорость коррозии не превысила значения соответствующие аварийности сетевой воды.

На следующем этапе, в качестве воды-теплоносителя была использована вода, прошедшая предварительную обработку. Подготовка воды заключалась: необработанная вода поступала на фильтры Na-катионирования, основной функцией которых является удаление солей кальция и магния, далее вода направляется на установку дэаэратора, основной функцией которой является удаление газов из воды (O₂ и CO). Анализ полученных данных показал, что предварительная обработка воды не уменьшила скорость коррозии.

Известно, что для снижения скорости коррозии используются ингибиторы. Нами в эксперименте был использован ингибитор коррозии «Эктоскейл-820», активными составляющими которого являются полифосфаты. Были поставлены три эксперимента с варьированием концентрации ингибитора (от 0.1 до 0.3 мг/л) при одном и том же времени эксперимента.

Получено, что эффективность использования реагента при его концентрации 0,1 мг/л скорость коррозии уменьшилась на 35%, но дальнейшее увеличение концентрации ингибитора привело к росту скорости коррозии.

Таким образом, по проделанной работе можно сделать выводы:

1. Скорость коррозии стали ВСтЗсп в необработанной воде с течением времени увеличивается

2. Обработка воды (удаление солей кальция и магния и деаэрация) не повлияла на уменьшение скорости коррозии

3. Использование ингибитора «Эктоскейл-820» является эффективным способом понижения скорости коррозии стали ВСтЗсп.

CORROSION OF EQUIPMENT DURING OPERATION OF A STEAM BOILER HOUSE, OMSK

Golovanova O., Semenov A.
Omsk State University. F. M. Dostoevsky, Russia
E-mail: golovanoa2000@mail.ru

With the help of water treatment plants, a certain water-chemical mode of operation of TPP equipment, boiler houses and heat networks is maintained. Violations of the introductory chemical regime always lead to a deterioration in the operational and economic indicators of power plants and lead to excessive consumption of fuel, equipment failure, etc.

Thus, the aim of this work is to study the corrosion processes of steel VSt3sp in aqueous media of heat power plants and establish optimal operating conditions for equipment.

During the experiment, steel metal plate samples (VSt3sp) were prepared, weighed and placed in heat-transfer water for different periods of the experiment.

During the research, a methodology was used to determine the corrosion rate RD 153-34.1-17.465-00 "Methodological guidelines for assessing the intensity of internal corrosion processes in heating networks".

When studying the effect of experimental time on the corrosion rate, it was found that with an increase in its duration, the corrosion rate increases. Over a period of 15 days, the corrosion rate averaged 0.113 mm / year, and on the 57th day of the experiment, the corrosion rate almost doubled. But it is worth noting that the corrosion rate did not exceed the values corresponding to the accident rate of network water.

At the next stage, pre-treated water was used as heat carrier water. The water preparation consisted of: untreated water was supplied to Na-cation filters, the main function of which is the removal of calcium and magnesium salts, then the water is sent to the installation of a deaerator, the main function of which is to remove gases from the water (O₂ and CO). Analysis of the data showed that pre-treatment of water did not reduce the corrosion rate.

It is known that inhibitors are used to reduce the corrosion rate. In our experiment, we used the «Ectoscale-820» corrosion inhibitor, the active components of which are polyphosphates. Three experiments were performed with varying inhibitor concentrations (from 0.1 to 0.3 mg/l) at the same experiment time.

It was found that the efficiency of using the reagent at its concentration of 0.1 mg/l, the corrosion rate decreased by 35%, but a further increase in the concentration of the inhibitor led to an increase in the corrosion rate.

Thus, according to the work done, we can conclude:

1. The corrosion rate of steel VSt3sp in untreated water increases over time
2. Water treatment (removal of calcium and magnesium salts and deaeration) did not affect the decrease in corrosion rate
3. The use of the «Ectoscale-820» inhibitor is an effective way to reduce the corrosion rate of VSt3sp steel.

ТЕПЛОВАЯ СХЕМА ИСТОЧНИКА ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ НПЗ НА БАЗЕ ПАРОВЫХ РОТОРНЫХ ОБЪЕМНЫХ МАШИН (ПРОМ)

Мракин А.Н., Вдовенко И.А.

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.,
г. Саратов, Российская Федерация
E-mail: anton1987.87@mail.ru

Предприятия нефтеперерабатывающего комплекса характеризуются большим потреблением тепловой энергии в виде пара (до 1,5 т на м³ нефти). На ОАО «Саратовский НПЗ» технология предусматривает применение пара двух уровней с давлением 1,3 МПа и 0,45 МПа.

В тоже время для обеспечения собственных нужд в электроэнергии такими предприятиями и поддержания заданного уровня надежности энергообеспечения сооружаются двух- и трехцепные ЛЭП, как правило, от различных независимых источников, а в некоторых случаях и собственные ТЭС. Так по проекту Туапсинский НПЗ оснащается ГТУ-ТЭС на базе 6 турбин типа SGT-800 фирмы Siemens и 1 паровой турбины P-12-3,4/1,3 производства ОАО «Калужский турбинный завод», а также проектом предусматривается резерв по электрической мощности на уровне 0,7-1,0%. Если исходить из такого уровня резерва и максимальной электрической нагрузки, для условий ОАО «Саратовского НПЗ» желательно иметь оперативный резерв в пределах 500-600 кВт.

Имеются две системы внутризаводских паропроводов на перемычке, между которыми возможно установить тепловой двигатель - ПРОМ, использующий перепад давления между ними. Альтернативным источником может быть использование пара высокого давления поступающего от ТЭЦ-2. На рис. 1 представлена принципиальная схема предлагаемой установки.

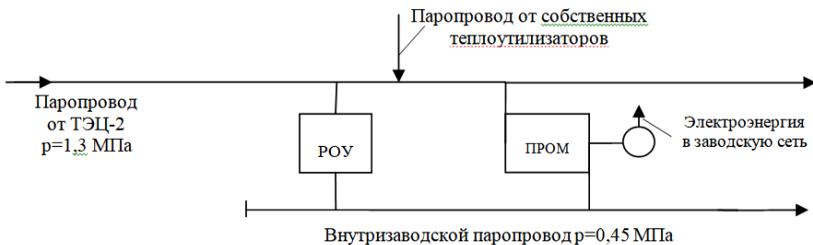


Рис. 1. Принципиальная схема установки резервного энергообеспечения.

В зависимости от спроса на электроэнергию возможно изменение пропуска пара через ПРОМ. Отработавший пар направляется в сеть низкого давления предприятия, а электроэнергия в заводскую сеть или при возникновении аварийных ситуаций выдается на наиболее ответственные узлы и агрегаты, обеспечивающие срабатывание алгоритмов блокировки и защиты.

Начальная/конечная температура пара в процессе расширения в проточной части ПРОМ составила 192/148 °С; удельная работа расширения – 97,9 кДж/кг; влажность пара в конечной точке – 2,53%; расход пара – 6,13 кг/с.

Предварительная экономическая оценка показала, что стоимость установки на базе агрегата ПРОМ-600/1500-Э составляет 7,5 млн. руб. При стоимости электроэнергии 5 руб./кВт·ч и времени использования установленной мощности 8000 ч/год простой срок окупаемости находится на уровне 4 месяцев (при условии потребления пара только от внутривозовских теплоутилизаторов).

THERMAL DIAGRAM OF A POWER SUPPLY SOURCE FOR OIL REFINERIES BASED ON STEAM ROTARY VOLUMETRIC MACHINES (SRVM)

Mrakin A., Vdovenko I.
Saratov State Technical University named after Gagarin Yu.A.,
Saratov, Russian Federation
E-mail: anton1987.87@mail.ru

Oil refining complex enterprises are characterized by high consumption of thermal energy in the form of steam (up to 1.5 tons per m³ of oil). At OJSC "Saratov Oil Refinery", the technology provides for the use of two levels of steam with a pressure of 1.3 MPa and 0.45 MPa.

At the same time, to ensure their own needs for electricity by such enterprises and maintain a given level of reliability of energy supply, two- and three-circuit power lines are constructed, as a rule, from various independent sources, and in some cases, their own thermal power plants. So, according to the project, the Tuapse refinery is equipped with GTU-TPP based on 6 turbines of type SGT-800 from Siemens and 1 steam turbine P-12-3.4/1.3 produced by OJSC "Kaluga Turbine Plant", and the project also provides for a reserve for electric power at the level of 0.7-1.0%. Based on such a reserve level and maximum electric load, it is desirable to have an operational reserve in the range of 500-600 kW for the conditions of OJSC "Saratov Oil Refinery".

There are two systems of in-plant steam pipelines on the bridge, between which it is possible to install a heat engine - SRVM, using a pressure differential between them. An alternative source may be the use of high-pressure steam from Cogeneration Plant №2. In Fig. 1 shows a schematic diagram of the proposed installation.

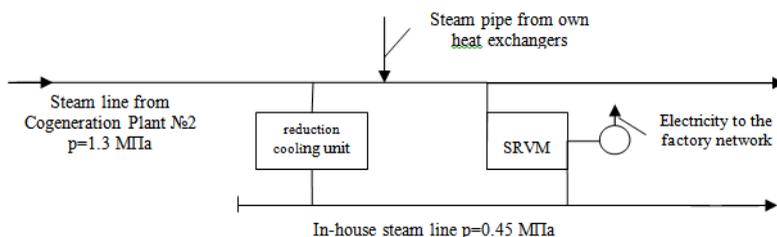


Fig. 1. Schematic diagram of the installation of backup power supply

Depending on the demand for electricity, it is possible to change the steam pass through SRVM. Exhaust steam is sent to the enterprise's low pressure network, and electricity is

supplied to the factory network or in the event of an emergency to the most critical components and assemblies that ensure the operation of blocking and protection algorithms.

The initial/final temperature of the steam during expansion in the flow part of the SRVM was 192/148 °C; specific work of expansion - 97.9 kJ/kg; steam humidity at the end point - 2.53%; steam consumption - 6.13 kg/s.

A preliminary economic assessment showed that the cost of installation on the basis of the SRVM-600/1500-E unit is 7.5 million rubles. At an electric power cost of 5 rubles/kW·h and an installed power use time of 8000 h/year, a simple payback period is at the level of 4 months (provided that steam is consumed only from in-plant heat exchangers).

РАЗВИТИЕ РАСПРЕДЕЛЁННОЙ ЭНЕРГЕТИКИ. ПЕРСПЕКТИВЫ И НАПРАВЛЕНИЯ

Зайченко В.М.

Объединений институт высоких температур Российской академии наук (ОИВТ РАН), Москва, Российская Федерация

E-mail: zaitch@oivtran.ru

Распределённая генерация в настоящее время является наиболее перспективным направлением развития существующей системы энергообеспечения. С экономической точки зрения распределённая генерация с использованием местных топливно-энергетических ресурсов является более выгодной по отношению с традиционными схемами стационарных электростанций на ископаемых видах топлива. С экологической точки зрения использование местных энергетических ресурсов, таких как различные виды биомассы, торф, древесные и сельскохозяйственные отходы, отходы жизнедеятельности различных видов сопровождается гораздо меньшим отрицательным воздействием на природное равновесие по отношению к энергетике на ископаемых топливах. Закономерности развития индустриального мира делают необходимым замену термина «отходы жизнедеятельности» на понятие «местные топливно-энергетические ресурсы». Отходы жизнедеятельности различных видов, включая твёрдые коммунальные отходы (ТКО), должны рассматриваться как топливо для энергетических установок. На сегодняшний день это - единственный путь уменьшения антропогенного влияния деятельности человека на окружающую среду.

В докладе при рассмотрении перспективных технологий распределённой энергетики не будет рассматриваться использование солнечной и ветровой энергии. В Европе резервирование данного вида энергетических источников осуществляется сетью. Для России такая схема не может быть использована, поскольку более 70% территории России, на которых проживает более 20 млн. человек, находится вне сетей. В ОИВТ РАН выполнен цикл исследований по созданию нового типа систем резервирования на базе водорода, созданы новые образцы перспективных систем резервирования энергии.

Для России наиболее перспективным направлением создания системы распределённой генерации является использование местных топливно-энергетических ресурсов. В нашей стране сосредоточено порядка 50% мировых запасов торфа и 23-24 % древесины.

В докладе изложены результаты, полученные в ОИВТ РАН, применительно к новым методам получения топлив при энергетической утилизации различных видов биомассы. Представлена информация о разрабатываемых в ОИВТ РАН новых технологиях получения энергетического газа из различных видов биомассы. Отличие данной технологии от существующих в настоящее время процессов газификации и пиролиза

состоит в том, что получаемый энергетический газ может быть непосредственно использован в виде топлива для электропроводящего оборудования. Показано, что использование разрабатываемой технологии применительно к иловым осадкам сточных вод с получением жидкого топлива является эффективным методом утилизации данного вида отходов.

Рассмотрены технические решения получения квалифицированных твердых топлив из различных видов биомассы при низкотемпературном пиролизе биомассы, процесс торрефикации.

Разрабатываемые в ОИВТ РАН процессы имеют ряд преимуществ по отношению к существующим в настоящее время методам энергетической утилизации различных видов биомассы.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-08-00865..

DEVELOPMENT OF DISTRIBUTED ENERGY. PROSPECTS AND DIRECTIONS.

Zaichenko V.

Joint Institute for High Temperatures of the Russian Academy of Sciences (JIHT RAS), Moscow, Russian Federation

E-mail: zaitch@oivtran.ru

Distributed generation is currently the most promising direction for the development of the existing energy supply system. From an economical point of view, distributed generation using local fuel and energy resources is more advantageous in comparison with traditional schemes of stationary power plants with fossil fuels using. From an environmental point of view, the use of local energy resources, such as a peat, wood and agricultural waste and life activity waste of various types is also accompanied by a smaller negative impact on the natural balance compared with an energy produced with fossil fuels using. The patterns of the industrial world development make it necessary to replace the term "waste products" with the concept of "local fuel and energy resources". Vital waste of various types, including municipal solid waste (MSW), should be considered as fuel for power plants. Today it is the only way to reduce the anthropogenic impact of human activities on the environment.

The using of solar and wind energy for distributed energy will not be considered in this report. In Europe, the reservation of this type of energy sources is carried out by the network. For Russia, such scheme cannot be used because more than 70% of the Russian territory, there more than 20 million people live, is located outside the networks. A cycle of studies on the creation of a new type of hydrogen-based redundancy systems has been carried out at the JIHT RAS, new examples of promising energy-reserve systems have been created.

For Russia, the most promising direction of creating a distributed generation system is the use of local fuel and energy resources. About 50% of the world's peat reserves and 23-24% of timber are concentrated in our country.

The results obtained at the JIHT RAS during the investigation of new methods for producing fuels during the processing of various types of biomass are presented in the report. Descriptions of a new technology for producing energy gas from various types of biomass that are being developed at the Institute are shown. The difference between this technology and gasification and pyrolysis processes currently existing is that the resulting energy gas can be directly used as fuel for electrically conductive equipment. It is shown that the use of the

developed technology in relation to sewage sludge with the production of liquid fuel is an effective method of disposal of this type of waste.

The technical solutions of obtaining qualified solid fuels from various types of biomass during low-temperature pyrolysis of biomass, the torrefaction process are considered.

The processes developed at the JIHT RAS have a number of advantages over the currently existing methods of various types of biomass energy utilization.

The reported study was funded by RFBR, project number 18-08-00865.

ИССЛЕДОВАНИЯ ОАО «ВТИ» В ОБОСНОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОМАССЫ ДЛЯ ПИРОЛИЗА С ПОЛУЧЕНИЕМ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ, ТЕПЛА И ПОЛЕЗНЫХ ПРОДУКТОВ

Рябов Г.А., Литун Д.С., Фоломеев О.М., Смирнова О.А., Шорина Е.А.
ОАО "Всероссийский дважды ордена Трудового Красного Знамени
теплотехнический научно-исследовательский институт, Россия, 115280,
Москва, Автозаводская, 14
E-mail: vti@vti.ru

Использование отходов производства, прежде всего различных видов биомассы, с выработкой тепла и электроэнергии является важной задачей энергосбережения. Биомасса является возобновляемым источником энергии, а выбросы CO₂ при сжигании биомассы не учитываются для целей реализации Киотского протокола к рамочной конвенции ООН об изменении климата. При сжигании биомассы в крупных установках наиболее эффективно использование топок с кипящим (КС) и циркулирующим кипящим слоем (ЦКС). Новым направлением применения технологии кипящего слоя является использование связанных между собой реакторов с КС и ЦКС. Эти технические решения направлены на улавливание CO₂ и пиролиз и газификацию топлив с твердым теплоносителем. В реакторе с КС происходит паровая газификация твердых топлив с получением генераторного газа с теплотой сгорания около 4000 ккал/м³ или пиролиз с использованием рециркуляции генераторного газа. Тепло для процесса подводится твердым теплоносителем из реактора с ЦКС, в котором дожигается кокс. Очищенный генераторный газ поступает в газопоршневой агрегат. Генераторный газ может также использоваться для получения моторных топлив (процесс ФишераТропша), так как отношение концентраций водорода и монооксида углерода близко к оптимальному (1,5 = 2,5).

Очень важным для систем связанных реакторов является поддержание большой кратности циркуляции материала и обеспечение надежной работы затворов и всех систем перетока частиц между реакторами. Приведены результаты многочисленных исследований ОАО «ВТИ», которые позволили дать рекомендации по гидродинамике аппаратов с КС и ЦКС, условиям ожигения в системах возврата и пневмозатворах, сепарации частиц при высокой концентрации потоков. Разработана модель для расчета давлений и перетоков в системе связанных между собой реакторов.

Существенными проблемами сжигания биомассы, прежде всего отходов сельскохозяйственных и некоторых промышленных предприятий, в кипящем слое являются фрагментация топливных частиц и агломерация слоя. Фрагментация увеличивает унос горючих из слоя и механический недожог, а агломерация может приводить к укрупнению частиц материала слоя, их спеканию, ухудшению и даже

прекращению ожигания. Исследования последнего времени, проведенные в ОАО «ВТИ» позволили вскрыть некоторые механизмы фрагментации древесных частиц различной формы, изучена микроструктуры и элементный состава коксовых частиц с применением электронного сканирующего микроскопа, оснащенного системой энергодисперсионного микроанализа.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований в рамках научного проекта № 18-08-00758.

RESEARCH OF JSC "VTI" TO JUSTIFY THE USE OF BIOMASS FOR PYROLYSIS TO PRODUCE ELECTRICITY, HEAT AND USEFUL PRODUCTS

**Ryabov G., Litun D., Folomeev O., Smirnova O., Shorina E.
All-Russia Thermal Engineering Institute, Russia, 115280, Moscow,
Avtozavodskay14
E-mail: vti@vti.ru**

The use of waste products, especially different types of biomass, with the production of heat and electricity is an important task of energy saving. Biomass is a renewable energy source and CO₂ emissions from biomass combustion are not taken into account for the implementation of the Kyoto Protocol to the UN framework Convention on climate change. When burning biomass in utility plants, the most effective use of fluidized bed (FB) and circulating fluidized bed (CFB) boilers. A new area of application of fluidized bed technology is the use of interconnected reactors with FB and CFB. These technical solutions are aimed at CO₂ capture and pyrolysis and gasification of solid fuels. Steam gasification of solid fuels produced of generation gas with a low heat value of about 4000 kcal/m³ or pyrolysis using generator gas recirculation takes place in the FB reactor. Heat for the process is supplied by solid carriers from the CFB reactor, in which semi coke is burned. The purified generator gas enters the gas piston unit. Generator gas can also be used to produce motor fuels (Fischer-Tropsch process), as the ratio of hydrogen and carbon monoxide concentrations is close to optimal ($1.5 = 2.5$).

It is very important for coupled reactor systems to maintain a large solid circulation rate and to ensure reliable operation of pneumatic valves and all particle flow systems between reactors. The results of numerous studies of JSC "VTI", which allowed to give recommendations on the hydrodynamics of FB and CFB, fluidization behavior in return systems and pneumatic valves, particle separation at high solid concentrations. A model for calculating pressures profiles and flows in a system of interconnected reactors has been developed.

Fragmentation of fuel particles and agglomeration of the fluidized bed materials are significant problems of biomass combustion, especially of agricultural and some industrial wastes. Fragmentation increases the entrainment of the combustible particles from the bed and the mechanical unburning, and agglomeration may lead to aggregation of particles in the bed, their agglomeration, degradation or even stoppage of fluidization. Recent studies carried out in JSC "VTI" allowed to reveal some mechanisms of fragmentation of wood particles of different shapes, studied microstructures and elemental composition of coke particles using an electronic scanning microscope equipped with a system of energy dispersive microanalysis.

The reported study was funded by RFBR, project number 18-08-00758.

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕПЛООБМЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОРИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ

Степанов О.А., Рыдалина Н.В.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень, Россия

E-mail: rydalinanv@tyuiu.ru

Увеличение интенсивности теплообмена является одной из главных задач при изготовлении современного теплообменного оборудования. Одним из перспективных способов увеличения теплообмена является использование в теплообменных аппаратах пористых металлов.

Цель работы – провести экспериментальное изучение теплообменного аппарата с пористыми материалами, составить математическую модель, позволяющую проводить аналитические расчеты таких теплообменных аппаратов, подтвердить правильность составленной модели экспериментально.

Создан экспериментальный стенд, позволяющий изучить теплообменный аппарат, в котором используется пористый алюминий. Горячий теплоноситель - теплая вода, которая течет по трубкам, проходящим сквозь пористый металл. Сквозь поры протекает холодный теплоноситель – фреон, который охлаждает воду. Приводится принципиальная схема и описание стенда. Проведен цикл испытаний. Проведено сравнение интенсивности теплообмена для материалов различной пористости.

Применение стандартных методов расчета теплообменных аппаратов в данном случае невозможно, так как неизвестна внутренняя поверхность пор. В ходе выполнения работы стандартное уравнение описывающее охлаждение пористого тела было предложено дополнить функцией распределенных источников тепла. В результате составлена упрощенная математическая модель (1) созданного теплообменника, позволяющая получить решение в удобном для инженерных расчетов аналитическом виде.

$$\frac{d^2 t}{dx^2} - \xi_c \frac{dt}{dx} + \frac{\alpha \cdot (t_g - t) \cdot S}{\lambda_g \cdot V_g} = 0 \quad (1)$$

Где V_g – объем пористых вставок, α – коэффициент теплоотдачи от медной стенки к воде, t_g – температура воды при данном значении x .

Проведенные на основе этой модели численные расчеты сопоставлялись с экспериментальными данными. Получено совпадение опытных и расчетных значений в пределах погрешности эксперимента.

Результаты проведенных опытов свидетельствуют о целесообразности применения пористых металлов в теплообменном оборудовании. Полученный аналитический метод позволяет проводить расчеты в том случае, когда площадь поверхности теплообмена неизвестна и позволяет одновременно учитывать теплоемкость и теплоту фазового перехода фреона, если таковой имеет место.

ON ENHANCING ENERGY EFFICIENCY OF HEAT EXCHANGE EQUIPMENT WITH POROUS MATERIALS

Stepanov O., Rydalina N.
Industrial University of Tyumen, Tyumen, Russia
E-mail: rydalinanv@tyuiu.ru

An increase in heat transfer intensity is one of the main tasks in manufacturing modern heat transfer equipment. One of the advanced ways to increase heat transfer is the use of porous metals in heat exchangers.

The purpose of the research is to study and test a heat exchanger with porous materials, to make a mathematical model for analytical calculations of such heat exchangers, to prove the validity of the model.

An experimental bench has been created to study a heat exchanger with porous aluminum. Hot fluid is warm water that flows through pipes passing through a porous metal. Cold coolant – freon - flows through the pores. It cools the water. A schematic diagram was drawn. The stand was described. Several tests were carried out. Materials of different porosity were compared regarding the heat transfer rate.

Standard methods for calculating heat exchangers cannot be applied in this case since the inner surface of the pores is unknown. Thus, it was proposed to supplement the standard equation describing the cooling of a porous body with the function of distributed heat sources. As a result, a simplified mathematical model (1) of the created heat exchanger was compiled. The model makes it possible to obtain a solution in an analytical form convenient for engineering calculations.

$$\frac{d^2t}{dx^2} - \xi_c \frac{dt}{dx} + \frac{\alpha \cdot (t_g - t) \cdot S}{\lambda_g \cdot V_g} = 0 \quad (1)$$

Where V_g –volume of porous inserts, α –heat transfer coefficient from copper wall to water, t_g –water temperature at a given value of x .

Numerical calculations based on this model were compared with experimental data. The agreement between the experimental and calculated values within the experimental error was obtained.

The results of the experiments justify the use of porous metals in heat exchange equipment. The obtained analytical method is applied for calculations when the heat exchange surface area is unknown. Besides, it takes into account the heat capacity and heat of phase transition of freon.

ГИДРОДИНАМИКА И ЭНЕРГЕТИКА ИМПАКТА КАПЛИ

Чашечкин Ю.Д.

Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН, Москва, Россия

E-mail: yulidch@gmail.com

Интерес к изучению течений и акустических пакетов, возникающих в результате падения капель в жидкость, обусловлен научной важностью темы и ростом числа практических приложений. Согласованное теоретическое и лабораторное моделирование процессов на контактной границе осуществляется на основе системы фундаментальных уравнений для переноса плотности, концентрации веществ, импульса и полной энергии, включающей замыкающие уравнения состояния, с физически обоснованными граничными и начальными условиями [1]. Система уравнений анализируется с учетом условия совместности, которое определяет ее ранг, степень линеаризованной версии и порядок характеристического (дисперсионного) уравнения. Приведена масштабно-инвариантная классификация структурных компонентов течений, включающая волны, лигаменты – тонкие поверхности раздела или нити, и вихри (даны определения). Экспериментальные методики и расчетные коды были разработаны с учетом собственных масштабов задачи, определяющих размеры области наблюдения (расчета), порог чувствительности, разрешение приборов и кодов. Эксперименты проводились на стендах гидрофизического комплекса для изучения динамики и тонкой структуры быстрых процессов [2].

В качестве иллюстрации приведены результаты сравнения расчетов и наблюдений динамики и геометрии течения при отрыве капли, колебаний оторвавшейся капли в полете, геометрии разлета мелких вторичных капелек, в том числе падающих на поверхность погружающейся капли. Детально визуализирована картина переноса вещества капли, которое собирается в тонких волокнах, образующих правильную дискретную структуру на поверхности каверны и венца [3]. Капли, падающие в воду, вызывают генерацию звуковых пакетов, как высокочастотных на начальном контакте, так и в акустическом диапазоне частот, вследствие образования пузырьков газа [4]. Акустические измерения используются для оценки динамики состояния и интенсивности дождей в отдаленных районах Мирового океана. Наблюдения рекуррентности сверхтонкой структуры поверхности импакта капли показывают, что важную роль в динамике течения играет тонкий двойной слой, состоящий из контактирующих поверхностей жидкостей, как несмешивающихся, так и несмешивающихся [5]. Обсуждаются технические приложения полученных результатов.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант 19-19-00598).

Литература

Chashechkin Yu.D. Singularly perturbed components of flows – linear precursors of shock waves // Math. Model. Nat. Phenom. 2018. Vol. 13. No. 2. P. 1-29.

2. Гидрофизический комплекс ИПМех РАН «ГФК ИПМех РАН» // <http://www.ipmnet.ru/uniquequip/gfk/#equip>

3. Чашечкин Ю.Д., Ильиных А.Ю. Полосчатые структуры в картине распределения вещества капли по поверхности принимающей жидкости // Доклады РАН. 2018. Т. 481. № 2.

4. Чашечкин Ю.Д., Прохоров В.Е. Акустика и гидродинамика удара капли о водную поверхность // Акустический журнал. 2017. Т. 63. No. 1. С. 38–49.

5. Чашечкин Ю.Д. Визуализация тонкой структуры возмущений поверхности жидкости течениями, вызванными упавшей каплей // Прикладная математика и механика. 2019. Т. 83, № 3.С. 403–412. DOI: 10.1134/S0032823519030032.

HYDRODYNAMICS AND ENERGETICS OF DROP IMPACT

Chashechkin Yu.

Ishlinsky Institute for Problems in Mechanics RAS, Moscow, Russia

E-mail: yulidch@gmail.com

The interest in the study of flows and acoustic packets arising as a result of drop impact into a liquid is due to the scientific importance of the topic and the growing number of practical applications. Compatible theoretical and laboratory modeling of processes at the contact boundary is carried out on the basis of a system of fundamental equations for the transport of density, concentration of substances, momentum and total energy, including equations of state, with physically justified boundary and initial conditions [1]. The system of equations is analyzed taking into account the compatibility condition, which determines its rank, degree of the linearized version, and the order of the characteristic (dispersion) equation. A scale-invariant classification of the structural components of flows is presented, including waves, ligaments – thin interfaces or filaments, and vortices (definitions are given). Experimental methods and calculation codes were developed taking into account the intrinsic scales of the problem, which determine the size of the area of observation (calculation), the sensor sensitivity threshold, the resolution of instruments and codes. The experiments were carried out at the stands of the Hydrophysical complex to study the dynamics and fine structure of fast processes [2].

By way of illustration, the results of comparing calculations and laboratory investigations of dynamics and flow geometry during the drop pinch-off, oscillations of a detached droplet in flight, and the geometry of the propagations of small secondary droplets, including those incidents on the surface of an immersed droplet, are presented. The pattern of the transfer of the droplet substance, which is collected in thin filaments that form the regular discrete structure on the surface of the cavity and the crown, is visualized in detail [3]. Drops falling into water generate sound packets, both high-frequency at the initial contact, and in the acoustic frequency range due to the formation of gas bubbles [4]. Acoustic measurements are used to assess the dynamics of the state and intensity of rain in remote areas of the oceans. Observations of the recurrence of the hyperfine structure of the impact drop surface show that an important role in the dynamics of the flow is played by a thin double layer consisting of contacting surfaces of liquids, both immiscible and immiscible [5]. Technical applications of the obtained results are discussed.

This work was supported by the Russian Science Foundation (grant 19-19-00598).

References

1. Chashechkin Yu.D. Singularly perturbed components of flows - linear precursors of shock waves // *Math. Model. Nat. Phenom.* 2018. V. 13. No. 2. P. 1-29.
2. Hydrophysical complex of IPMech RAS "GFK IPMech RAS" // <http://www.ipmnet.ru/uniquequip/gfk/#equip>
3. Chashechkin Yu. D., Ilinykh A. Yu. Banded structures in the distribution pattern of a drop over the surface of the host liquid // *Doklady Physics.* 2018. Vol. 63. No. 7. P. 282–287. DOI: 10.1134/S1028335818070066

4. Chashechkin Yu. D., Prokhorov V. E. Acoustics and hydrodynamics of a drop impact on a water surface // Acoustical Physics. 2017. V. 63. No. 1. P. 33–44.

5. Chashechkin Yu.D. Visualization of the fine structure of perturbations of a liquid surface by flows caused by a falling drop // Applied Mathematics and Mechanics. 2019. V. 83, No. 3. P. 403–412. DOI: 10.1134 / S0032823519030032.

ЛАБОРАТОРНАЯ ОЦЕНКА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДВУХОТВАЛЬНЫХ РАБОЧИХ ОРГАНОВ КЛИН-ПЛАНИРОВЩИКА

Насонов С.Ю.

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А.

Тимирязева, Москва, Россия

E-mail: sergei.nasonow@mail.ru

В последние годы, в связи с необходимостью интенсификации производства риса в России, требуются новые перспективные комплексы машин, применение которых повысит эффективность процесса планировки с повышением качества работ и производительности.

Для получения высоких урожаев риса при минимальных затратах энергетических, материальных и временных ресурсов, актуальными в настоящее время, становятся поиски новых конструктивных решений в области технических средств для выполнения работ по выравниванию сельскохозяйственных полей. Перспективными являются так называемые клин-планировщики, применение которых позволяет снизить тяговые сопротивления при работе и повысить производительность. Опыт проведения капитальных планировок с использованием этих машин показал их достаточную эффективность при работе и рациональную связь с другими машинами в применяемой технологии планировки. Однако неясными являются до сих пор обоснование выбора основных параметров этих машин (углы и ширина захвата, форма отвала и др.), а также определение величины сопротивления копанью.

Для клин-планировщика нет достоверных данных о влиянии основных параметров рабочего органа, режимов работы и физических свойств грунта на тяговое усилие машины. С целью определения тягового усилия и технологических показателей при работе клин-планировщика с двухотвальными рабочими органами выполнены экспериментальные исследования моделей. Для этого были спроектированы и изготовлены три модели с углами между отвалами равными 100°, 90° и 55°. При исследовании измерялось тяговое усилие пьезометрическим методом с записью результатов в память компьютера через специальную программу. Кроме этого измерялись объёмы грунта срезанного отвалами, и перемещаемого в боковые валики.

По результатам экспериментов были получены зависимости тягового усилия в функции от толщины стружки, а также от величины угла между отвалами. Опытные точки были аппроксимированы эмпирическими уравнениями. По результатам опытов удалось установить соотношения объёмов срезанного грунта и перемещаемого в боковые валики для трёх моделей при разных толщинах стружки. Кроме этого, по результатам экспериментов были получены значения удельного сопротивления копанью, а также значения удельной энергоёмкости копания двухотвальными рабочими органами клин-планировщика.

Тяговые сопротивления, мощность, удельная энергоёмкость с увеличением угла между отвалами и толщиной стружки увеличивается. Более интенсивное увеличение

наблюдается при угле между отвалами 100°. На основании этого угол между отвалами больше 90° принимать не рекомендуется.

С увеличением угла между отвалами и увеличением толщины стружки увеличивается объём призмы волочения и уменьшается смещение грунта в валики. Полученные результаты могут служить основанием для практических рекомендаций по выбору параметров двухотвальных рабочих органов клин-планировщика.

LABORATORY ASSESSMENT OF ENERGY AND TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF TWO-SHAFT WORKING BODIES WEDGE-SCHEDULER

Nasonov S.

Russian state agrarian University – MTAA named after K. A. Timiryazev, Moscow, Russia

E-mail: sergei.nasonow@mail.ru

In recent years, due to the need to intensify rice production in Russia, new promising complexes of machines are required, the use of which will increase the efficiency of the planning process with an increase in the quality of work and productivity.

To obtain high yields of rice with minimal energy, material and time resources, the search for new design solutions in the field of technical means for the implementation of works on the alignment of agricultural fields is becoming relevant at the present time. Promising are the so-called wedge-planners, the use of which allows you to reduce traction resistance during operation and increase productivity. The experience of capital planning with the use of these machines has shown their sufficient efficiency in operation and rational connection with other machines in the applied planning technology. However, it is still unclear the rationale for the choice of the main parameters of these machines (angles and width, shape of the blade, etc.), as well as the determination of the resistance to digging.

For the wedge-planner there is no reliable data on the influence of the main parameters of the working body, operating modes and physical properties of the soil on the traction force of the machine. To determine traction force and technological parameters in operation, the wedge-scheduler with *dvuhdvernyj* working bodies of experimental research models. For this purpose, three models were designed and manufactured with angles between the dumps equal to 100°, 90° and 55°. In the study, the traction force was measured by a piezometric method with the results recorded in the computer memory through a special program. In addition, the volume of soil cut by dumps and moved to the side rollers was measured.

According to the results of the experiments, the dependence of the traction force in the function on the chip thickness, as well as on the angle between the piles. Experimental points were approximated by empirical equations. Experiments have managed to set the volume ratio of the shear of the soil and move the side bolsters for the three models with different thicknesses of chips. In addition, the results of the experiments were obtained values of the specific resistance to digging, as well as the specific energy intensity of digging two-shaft working bodies wedge-planner.

Traction resistance, power, specific energy with increasing angle between the blades and chip thickness increases. A more intense increase is observed at an angle between the piles of 100°. On the basis of this angle between the blades more than 90° is not recommended.

With an increase in the angle between the dumps and an increase in chip thickness, the volume of the drawing prism increases and the displacement of the soil into the rollers decreases. The results obtained can serve as a basis for practical recommendations on the choice of parameters of the two-shaft working bodies of the wedge-planner.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ МОЩНОСТИ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ МОДИФИКАЦИЕЙ ИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ НАНОКЛАСТЕРАМИ СЕРЕБРА

**Крит Б.Л., Федотикова М.В., Слепцов В.В., Кукушкин Д.Ю., Кувшинов В.В.,
Морозова Н.В.**

**Московский авиационный институт (национальный исследовательский
университет), г. Москва, Россия**

Севастопольский государственный университет, г. Севастополь, Россия

E-mail: marie.rommy@yandex.ru

С каждым годом энергозатраты человечества увеличиваются, что приводит к необходимости вырабатывать ее в количестве, пропорциональном потреблению. Большая часть производства электроэнергии в современном мире основана на перерабатывании природных ресурсов. Однако это приводит к их истощению, а также загрязнению окружающей среды, одним из последствий которого является изменение климатических условий.

В связи с этим появилась необходимость в поиске новых, а также развитии существующих систем, работающих на возобновляемых источниках энергии (ВИЭ).

Одним из направлений использования ВИЭ является преобразование солнечной энергии в электрическую, для чего используются фотоэлектрические преобразователи (ФЭП), которые в настоящее время широко применяются для электрообеспечения космических станций, населения и объектов производства в некоторых зарубежных странах, а также регионах России.

Главным недостатком современных ФЭП является малая плотность мощности, характеризующая количество энергии, которую можно получить с единицы площади фотоприемной панели. В связи с этим для получения достаточного количества электроэнергии обычно требуется значительная площадь солнечных панелей гелиостанций.

Одним из перспективных направлений увеличения получаемой при помощи ФЭП энергии является модифицирование приемной поверхности фотоэлектрических элементов покрытием плазмонными наночастицами, которые обладают уникальными оптическими свойствами, обусловленными эффектом поверхностного плазмонного резонанса.

Цель настоящей работы состоит в исследовании возможности получения новых данных о методах формирования и влиянии плазмонного поглощающего покрытия в виде нанокластеров серебра на мощностные характеристики серийно выпускаемых элементов ФЭП.

INVESTIGATION OF THE POSSIBILITY OF INCREASING THE POWER OF PHOTOELECTRIC CONVERTERS BY MODIFYING THEIR SURFACES WITH SILVER NANOCCLUSERS

**Krit B., Fedotikova M., Sleptsov V., Kukushkin D., Kuvshinov V., Morozova N.
Moscow Aviation Institute (National Research University), Moscow, Russia**

Sevastopol State University, Sevastopol, Russia

E-mail: marie.rommy@yandex.ru

Every year the consumption of energy by humankind increases, which leads to the need to produce it in an amount proportional to consumption. Most of the electricity production in the

modern world is based on the processing of natural resources. However, this leads to their depletion, as well as pollution, one of the consequences of which is climate change.

In this regard, there was a need to search for new, as well as the development of existing systems running on renewable energy sources (RES).

One of the uses of renewable energy is the conversion of solar energy into electric energy, for which photovoltaic converters (FEPs) are used, which are now widely used for electrical supply of space stations, population and production facilities in some foreign countries, as well as regions of Russia.

The main drawback of modern FEP is the low power density characterizing the amount of energy that can be obtained from a unit area of the photodetector panel. Therefore, a large area of solar panels of solar stations is usually required to obtain sufficient electricity.

One promising direction of increasing the energy obtained by FEP is to modify the receiving surface of photovoltaic cells with plasmon nanoparticles, which have unique optical properties due to the effect of surface plasmon resonance.

The purpose of the present work is to study the possibility of obtaining new data on methods of formation and influence of plasmon absorbing coating in the form of silver nanoclusters on power characteristics of commercially produced FEP elements.

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОСВЕТИТЕЛЬНОМ КОМПЛЕКСЕ

Сапрыка А.В., Рощубкин П.В., Сингатулин Р.С., Сапрыка В.А.
Белгородский государственный технологический университет им.В.Г.Шухова
E-mail: a_sapryka@mail.ru

Среди многих задач особенно актуальной для коммунальных предприятий города является задача создания вечерней световой среды, которая способствует снижению проявлений криминогенного характера и делает жизнь человека намного комфортнее. В условиях интенсификации использования и усиливающейся многофункциональности городского пространства значение светоцветовой среды для жителей существенно возрастает, так как освещение играет значительную роль в восприятии эстетического облика площадей, городских улиц, магистралей. Случайный характер изменения напряжения в сетях с большим удельным весом нагрузок диктует особые требования к качеству напряжения в сетях наружного освещения.

На сегодняшний день потребляемая мощность на искусственное освещение составляет миллионы кВт.ч., система архитектурного и наружного освещения включает в себя сотни тысяч световых приборов, тысячи километров электрических сетей, что обуславливает требования к качеству электроэнергии согласно действующим нормативам. Сегодня проблема качества электроэнергии в электрических сетях наружного освещения приобретают особую актуальность, т. к. она является одним из важнейших условий экономичной и длительной эксплуатации светотехнического оборудования в городах. Современным инструментом, способствующим повышению уровня эффективности использования электроэнергии, является система энергетического и светового мониторинга. Так как она создает реальную основу для снижения затрат электроэнергии при условии реализации проектов по энергосбережению.

Результаты исследований показали, что на всех исследуемых объектах значение установившегося отклонения напряжения является положительным и в сетях составило за время проведения измерений от 6% (в часы максимальной нагрузки) до 10,5% (в ночное время). Положительные отклонения напряжения значительно превышают номинальные в основном после 22 часов, что отрицательно сказывается на сроке службы ламп высокой

интенсивности. Для оценки освещенности был проведен эксперимент по выявлению зависимости освещенности от фазного напряжения. В нашем случае имеет место значительное превышение генерирования световой энергии, чем это предусмотрено для освещения магистральной улицы общегородского значения. Выявленные особенности режимов в сетях наружного освещения позволят в дальнейшем оптимальным образом корректировать закон его регулирования для повышения эффективности эксплуатации таких сетей и повысить срок службы источников света.

Анализ электропотребления исследуемых сетей показывает, что в отрасли есть значительные резервы экономии электроэнергии в условиях действующих технологий. Мониторинг качества электроэнергии позволит запустить механизм оптимизации использования световой энергии. При оценке экономического ущерба осветительного комплекса от снижения качества электрической энергии необходимо учитывать годовой расход на замену источников света, так как он составляет значительную часть расходов предприятий.

Литература

1. ГОСТ 32144-2013. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения.

2. Сапрыка А.В. Современные технологии в осветительном комплексе города / А.В. Сапрыка, А.В. Белоусов, Р.С. Сингатулин и др. – Белгород, БГТУ им. В.Г. Шухова, 2017. – 254 с.

MODERN TECHNOLOGIES IN THE LIGHTING COMPLEX

Sapryka A., Roschshubkin P., Singatulin R., Saprika V.
The Federal State Budget Educational institution of Higher Education
«Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov»
E-mail: a_sapryka@mail.ru

Among many tasks, especially relevant for municipal enterprises of the city is the task of creating an evening light environment, which helps to reduce the manifestations of criminogenic nature and makes human life much more comfortable. In the conditions of intensification of use and increasing multifunctionality of urban space, the value of light-color environment for residents increases significantly, since lighting plays a significant role in the perception of the aesthetic appearance of squares, city streets, highways. The random nature of voltage changes in networks with a large specific weight of loads dictates special requirements for the quality of voltage in outdoor lighting networks.

Today, the power consumption for artificial lighting is millions of kW. for example, the system of architectural and outdoor lighting includes hundreds of thousands of lighting devices, thousands of kilometers of electrical networks, which determines the requirements for the quality of electricity in accordance with current standards. Today, the problem of electricity quality in the electrical networks of outdoor lighting is of particular relevance, because it is one of the most important conditions for economical and long-term operation of lighting equipment in cities. The system of energy and light monitoring is a modern tool that helps to increase the level of efficiency of electricity use. Since it creates a real basis for reducing the cost of electricity, subject to the implementation of energy saving projects.

The results of the studies showed that at all investigated objects the value of the steady voltage deviation is positive and in the networks during the measurements was from 6% (at

maximum load hours) to 10.5% (at night). Positive voltage deviations are significantly higher than the nominal ones, mainly after 22 hours, which negatively affects the service life of high intensity lamps. To assess the illumination, an experiment was conducted to identify the dependence of illumination on phase voltage. In our case, there is a significant excess of light energy generation than is provided for the illumination of the main street of citywide importance. The revealed features of modes in outdoor lighting networks will allow to adjust the law of its regulation in the future in an optimal way to increase the efficiency of operation of such networks and to increase the service life of light sources.

Analysis of the power consumption of the studied networks shows that the industry has significant reserves of energy savings in terms of existing technologies. Monitoring the quality of electricity will launch a mechanism to optimize the use of light energy. When assessing the economic damage of the lighting complex from the decrease in the quality of electric energy, it is necessary to take into account the annual cost of replacing light sources, since it accounts for a significant part of the costs of enterprises.

УТИЛИЗАЦИОННЫЕ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ

Мильман О.О., Шифрин Б.А.
ЗАО НПВП «Турбокон», Российская Федерация, 248010, г. Калуга,
ул. Комсомольская роща, 43
E-mail: turbocon@kaluga.ru

На газоперекачку затрачивается огромная энергия, составляющая 8÷9% энергии транспортируемого топлива. При этом тепловые выбросы в атмосферу составляют ее наибольшую часть.

Реализация проектов выработки электроэнергии за счет тепла уходящих газов (УГ) газотурбинного привода (ГТП) газоперекачивающего агрегата (ГПА) наталкивается на трудности, связанные с необходимостью серьезных технологических изменений, вносимых в инфраструктуру уже эксплуатирующихся мощностей, с необходимостью выведения их из эксплуатации на период реализации проектов. В связи с этим интерес приобретают установки уменьшенной мощности, предназначенные для выработки электроэнергии в объеме собственных нужд этих предприятий. Ожидается, что внедрение таких установок благодаря компактности и мобильной поставке полной заводской готовности будет сопровождаться значительным упрощением реализации по сравнению с установками, ориентированными на максимальную мощность.

Теплоутилизационные установки, использующие органические рабочие тела (ОРТ), имеющие низкие температуры замерзания, исключают появление серьезных проблем как в процессе работы, так и в процессе пуска и останова при низких атмо-сферных температурах воздуха.

В качестве критерия оптимизации конструкции предложена стоимость жизненного цикла. В данной работе предложены технические решения применительно к теплоутилизационной установке мегаваттного класса на базе использования тепла УГ ГТП ГПА:

- рабочее тело замкнутого контура – н-пентан, имеющий благоприятные термодинамические свойства и минимальную стоимость;
- подвод тепла уходящих газов ГТП в цикл - с использованием промежуточного теплоносителя – термомасла, позволяющего вывести основные агрегаты установки за пределы технологической зоны газоперекачки;

- теплоутилизатор с отключаемым байпасным газоводом, обеспечивающим вывод теплоутилизационной установки из работы без остановки перекачки газа;
- парогенератор вертикального типа;
- прямой (без редуктора) привод генератора с частотой вращения 3000 об/мин 5-ступенчатой осевой турбиной;
- рекуператор с горизонтально расположенными теплообменными трубами, имеющими продольное оребрение;
- атмосферный воздушный конденсатор секционного типа с шестью вентиляторами и диаметром рабочего колеса 2.5 м.

Теплоутилизационная установка мощностью 1 МВт имеет КПД нетто 14% и обладает свойством адаптации к полезному использованию тепла эксплуатируемых ГТП и других источников.

Научные исследования проводятся при финансовой поддержке государства в лице Минобрнауки России; уникальный идентификатор прикладных научных исследований и экспериментальных разработок (проекта) RFMEFI57917X0148.

HEAT RECOVERY POWER COMPLEXES

Milman O., Shifrin B.

**SPC «Turbocon», 248010 Russian Federation, Kaluga, Komsomolskaya Roshka, 43
E-mail: turbocon@kaluga.ru**

Huge energy is spent on gas pumping, comprising 8–9% of the energy of the transported fuel. In this thermal emissions constitute a most part.

Implementation of electricity generation projects by the heat of the exhaust gases (EG) of a gas turbine drive (GTD) of a gas pumping unit (GPU) encounters difficulties associated with the need for serious technological changes to be made to the infrastructure of existing facilities, with the need to remove them out of operation for the period of project implementation. In this regard, plants of reduced power, designed to generate electricity in the volume of their own needs of these enterprises, are gaining interest. It is expected that the application of such installations, due to their compactness and mobile delivery of full factory readiness, will be accompanied by a significant simplification of implementation compared to installations oriented at maximum capacity.

Heat recovery plants using organic working fluids (OWF) with low freezing temperatures eliminate serious problems both during operation and during start-up and shutdown at low atmospheric air temperatures.

As a criterion for design optimization, the cost of the life cycle is proposed. In this paper, technical solutions are proposed in relation to a heat recovery installation of a megawatt class based on the use of heat from the GTD GPU exhaust gases:

- a closed loop working fluid - n-pentane, which has favorable thermodynamic properties and minimal cost;
- supply of heat of the exhaust gases of the gas turbine engine to the cycle - using an intermediate heat carrier - thermal oil, which allows to move the main units of the installation outside the technological zone of gas pumping;
- a heat exchanger with a turn-off bypass gas duct, which ensures that the heat recovery unit is put out of operation without stopping of gas pumping process;
- vertical type steam generator;

- direct (without reduction gear) generator drive with a rotation speed of 3000 rpm by a 5-stage axial turbine;
- a recuperator with horizontally arranged heat exchange tubes having longitudinal fins;
- sectional type atmospheric air condenser with six fans and impeller diameter 2.5 m.

A heat recovery unit with a capacity of 1 MW has a net efficiency of 14% and has the property of adapting to the beneficial use of the heat of the operated gas turbines and other sources.

Financial support was provided by the Russian Ministry of Education and Science, unique identifier of applied scientific research and experimental development (project): RFMEFI57917X0148.

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИТИОФОСФАТА ЦИНКА В КАЧЕСТВЕ УСКОРИТЕЛЯ ВУЛКАНИЗАЦИИ РЕЗИН НА ОСНОВЕ БУТАДИЕН-НИТРИЛЬНЫХ КАУЧУКОВ

Шакирзянова Р.Р., Юловская В.Д., Канаузова А.А.

МИРЭА-РТУ, Москва, Россия

E-mail: rozalya1@mail.ru

Разработка инновационных продуктов и изделий предъявляет новые требования к эластомерным материалам, решить которые может позволить создание новых систем ускорителей. Перспективным и малоизученным классом ускорителей являются дитиофосфаты. Дитиофосфаты обладают полифункциональным действием и способны одновременно проявлять свойства ускорителя серной вулканизации, замедлители подвулканизации, противостарителя и противоутомителя [1, 2].

Задачей работы было изучение влияния диалкилдитиофосфата цинка при частичной или полной замене традиционных ускорителей, а именно Сульфенамида Ц, на кинетику вулканизации каучуков, а также на технологические и эксплуатационные свойства резины. В работе исследовали концентрационные зависимости упруго-прочностных показателей резины, а также их вулканизационные характеристики.

Параметры вулканизации резиновых смесей, содержащих индивидуальные ускорители или смесь ускорителей, заметно отличаются, в области концентраций ДТФ:САЦ (от 0,25:0,75 до 0,75:0,25) наблюдается уменьшение времени начала вулканизации и времени достижения оптимума вулканизации, скорость вулканизации увеличивается. Существенного влияния на свойства вулканизатов, полученных в оптимальном режиме вулканизации не наблюдалось (Таблица 1).

Содержание САЦ/ДТФ	1/0	0,75/0,25	0,5/0,5	0,25/0,75	0/1
Условная прочность при растяжении, МПа	19,5	19,0	19,1	18,6	18,1
Относительное удлинение при разрыве, %	350	360	370	390	430
Твердость, ед.Шор А	71	69	68	67	68
Условное напряжение при удлинении 300%	16,9	15,8	15,5	15,9	13,5
Изменение массы образца в масле АМГ-10 при 100°C, 24 ч.	25,2	23,8	23,9	22,4	22,2

Таблица 1. Влияние соотношения ускорителей вулканизации на свойства вулканизатов

В результате экспериментальной работы получены эластомерные материалы, вулканизованные диалкилдитиофосфатом цинка, изучены их вулканизационные и физико-механические характеристики. Из полученных данных можно сказать, что диалкилдитиофосфат цинка перспективный ингредиент и может являться эффективным способом модификации резиновых смесей на основе бутадиен-нитрильных каучуков.

Литература

- 1 Мухутдинов А.А. Экологические аспекты модификации ингредиентов и технологии производства шин / А.А. Мухутдинов и др. – Казань: «Фэн», 1999. – 400 .с
- 2 Каблов В.Ф. Исследование перспективных ускорителей вулканизации.

INVESTIGATION OF ZINC DITHIOPHOSPHATE AS AN ACCELERATOR FOR VULCANIZATION OF RUBBERS BASED ON BUTADIENE-NITRILE RUBBERS

Shakirzyanova R., Yulovskaya V., Kanauzova A.
MIREA-RTU, Moscow, Russia
E-mail: rozalya1@mail.ru

Development of innovative products and products imposes new requirements for elastomeric materials, which can be solved by the creation of new accelerator systems. A promising and poorly studied class of accelerators are dithiophosphates. Dithiophosphates have a multifunctional effect and are capable of simultaneously exhibiting the properties of an accelerator of sulfuric vulcanization, retarders of premature vulcanization and an antioxidant [1,2].

The objective of the work was to study the effect of zinc dialkyldithiophosphate (ZP) during the partial or complete replacement of traditional accelerators, namely Sulfenamide C (CBS), on the kinetics of rubber vulcanization, as well as on the technological and operational properties of rubber. In this work, we studied the concentration dependences of the elastic strength parameters of rubber, as well as their vulcanization characteristics.

The vulcanization parameters of rubber mixtures containing individual accelerators or a mixture of accelerators differ markedly, in the range of ZP:CBS concentrations (from 0.25:0.75 to 0.75:0.25) there is a decrease in the time of vulcanization onset and the time to reach the optimum vulcanization, vulcanization rate increases. No significant effect on the

properties of the vulcanizates obtained in the optimal vulcanization regime was observed (Table 1).

The contents ZP:CBS	1/0	0,75/0,25	0,5/0,5	0,25/0,75	0/1
Tensile strength value, MPa	19,5	19,0	19,1	18,6	18,1
Breaking extension, %	350	360	370	390	430
Shore A hardness	71	69	68	67	68
Conditional stress at elongation of 300%, MPa	16,9	15,8	15,5	15,9	13,5
Change in the mass of the sample in the oil AMG-10 at 100°C, 24 hours, %	25,2	23,8	23,9	22,4	22,2

Table 1. The effect of the ratio of vulcanization accelerators on the properties of vulcanizates

As a result of experimental work, elastomeric materials vulcanized by ZP were obtained, their vulcanization and physico-mechanical characteristics were studied. From the data obtained, it can be said that ZP is a promising ingredient and can be an effective way to modify rubber mixtures based on butadiene-nitrile rubbers.

Literature

1 Mukhutdinov A. A. Environmental aspects of modification of ingredients and production technology of tires / mukhutdinov A. A. and others – Kazan: "Feng", 1999. – 400 p.

2 Kablov V. F. Study of advanced accelerators of vulcanization of compounds of the class of dithiophosphates /V.F. Kablov, and O.M. Novopoltsev, K.Y. Rudenko. 22 interuniversity scientific and practical conference of young scientists. –

Volgograd: 2016. – 13 p.

ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ЛАЗЕРА НА ПОЛИРОВАННУЮ ПОВЕРХНОСТЬ БЕСКИСЛОРОДНОЙ МЕДИ

Малинский Т.В., Миколуцкий С.И., Роголин В.Е., Хомич Ю.В., Ямщиков В.А.
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт электрофизики и электроэнергетики РАН, Санкт-Петербург, Россия.
E-mail: y-rogalin@mail.ru

Воздействие наносекундных импульсов лазерного ВУФ и УФ излучения способно модифицировать поверхность металла, существенно изменяя поверхностные свойства [1]. В работе исследовалось воздействие на поверхность полированной бескислородной меди жёстко сфокусированным одиночным лазерным пучком (длина волны 355 нм, 3-я гармоника импульсно-периодического NdYаG лазера с длительностью импульса 10 нс и энергией до 8 мДж) методом прямого лазерного наноструктурирования [2]. Изменялись: энергия, длительность и число импульсов.

Лазерный луч фокусировался в пятно диаметром около 200 мкм. Облучение образцов проводилось в двух режимах: 1) при фиксированном количестве импульсов и изменении энергии лазерного импульса соответствующая плотность энергии (E)

варьировалась от 0,2 до 6,8 Дж/см²; 2) при изменении количества лазерных импульсов с фиксированной энергией (1, 5, 20, 50, 100, 200, 500, 1000).

Проведено исследование модифицированного рельефа поверхности на оптическом трёхмерном профилометре - Zygo NewView 7300, основанном на принципе когерентной сканирующей интерферометрии (CSI). При $E > 1,0$ Дж/см², происходил оптический пробой, сопровождавшийся кратерообразованием. Наблюдавшиеся при этом наноструктуры были идентичны описанным ранее в [1]. В то же время, в результате облучения на предпороговых энергиях (при $E \sim 0,6$ Дж/см²), при отсутствии заметных следов абляции, зафиксировано необратимое поднятие поверхности металла в зоне облучения (рис. 1). Выявлено накопление эффекта, выраженное в росте высоты подъёма при увеличении числа импульсов в точке воздействия. Если предположить, что модификация произошла в течение лазерного импульса, то скорость процесса можно оценить ~ 1 м/с. Возможно, как и в работе [3], произошла передача энергии лазерного импульса в кристаллическую решётку металла.

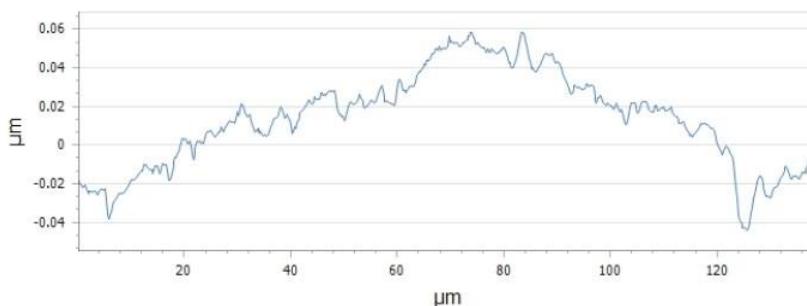


Рис. 1 Профиль поверхности в зоне воздействия. Пять импульсов; $E \sim 0.6$ Дж/см²

Литература

1. В.Ю. Хомич, В.А. Шмаков // УФН. 2015. 185. № 5. С. 489-499.
2. Ю.А. Железнов, Т.В. Малинский, С.И. Миколуцкий, В.Н. Токарев, Р.Р. Ха-сая, Ю.В. Хомич, В.А. Ямщиков. // Усп. прикл. физики. 2014. 2. №3. С. 311-316.
3. Ровинский Р.Е., Роголин В.Е., Розенберг В.М., Теплицкий М.Д. // Физ. и хим. обраб. матер. 1980. №3. С. 7-11.

HIGH ENERGY UV LASER IMPACT ON THE POLISHED SURFACE OF THE OXYGEN-FREE COPPER

Khomich Yu., Malinskiy T., Mikolutskiy S., Rogalin V., Yamshchikov V.
Institute for Electrophysics and Electric Power of Russian Academy of Sciences, 18,
Dvortsovaya nab., 191186 Saint Petersburg, Russia.
E-mail: v-rogalin@mail.ru

The impact of nanosecond pulses of laser VUV and UV radiation can modify the surface of the metal and significantly change the surface properties [1]. In this work, we studied the impact of a rigidly focused single laser beam (wavelength 355 nm, 3rd harmonic of a pulsed-

periodic NdYag laser with a pulse duration of 10 ns and an energy of up to 8 mJ) on the surface of polished oxygen-free copper at direct laser nanostructuring [2]. Pulse energy and number of pulses were changed during the experiment.

The laser beam was focused into a spot with a diameter of about 200 μm . The samples were irradiated in two modes: 1) for a fixed number of pulses the pulse energy density (E) varied from 0.2 to 6.8 J / cm^2 ; 2) for a fixed energy density the number of laser pulses was changed (1, 5, 20, 50, 100, 200, 500, 1000).

An analysis of the modified surface topography was made by optical three-dimensional profilometer Zygo NewView 7300 based on the principle of coherent scanning interferometry (CSI). At $E > 1.0 \text{ J/cm}^2$ an optical breakdown accompanied by crater formation was occurred. The nanostructures observed in this case were identical to those described previously in [1]. At the same time, as a result of irradiation at pre-threshold energies (at $E \sim 0.6 \text{ J/cm}^2$), in the absence of noticeable traces of ablation, an irreversible elevation of the metal surface in the irradiation zone was recorded (Fig. 1). The accumulation of the effect expressed as an increase in the height of the rise with an increase in the number of pulses at the point of exposure was revealed. If we assume that the modification occurred during the laser pulse, then the speed of the process can be estimated nearly 1 m / s. Perhaps, as in [3] the laser pulse energy was transferred to the crystal lattice of the metal.

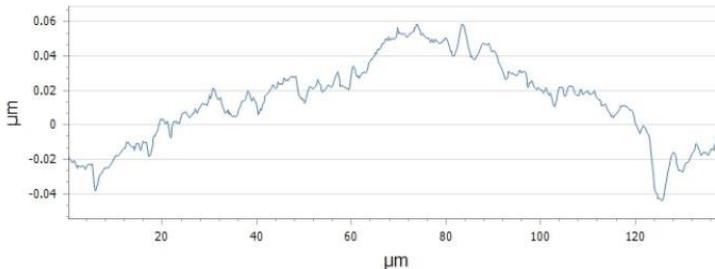


Fig. 1 Surface profile of laser spot. 5 pulses; $E \sim 0.6 \text{ J/cm}^2$

References

1. V.Yu. Khomich, V.A. Shmakov // Phys. Usp. 58 455-465 (2015).
2. R.R. Khasaya, Yu.V. Khomich, T.V.Malinskiy, S.I. Mikolutskiy, V.N. Tokarev, V.A. Yamschikov, Yu.A. Zheleznov // Prikladnaya Fizika 2 (3) 311-316 (2014) [in Russian]
3. Rovinskiy R.E., Rogalin V.E., Rozenberg V.M., Teplitskiy M.D. // Fiz. I Khim. Obrab. Mater. 1980. 3 7-11 (1980) [in Russian]

НАКОПЛЕНИЕ ЭНЕРГИИ С ПОМОЩЬЮ ИЗГИБНЫХ КОЛЕБАНИЙ МАГНИТОЭЛЕКТРОУПРУГИХ ПЛАСТИН

Соловьев А.Н.^{1,2}, Кириллова Е.В.³, Матросов А.А.¹, Чебаненко В.А.³, До Тхань Бинь¹

¹Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону, Россия

²Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Россия

³RheinMain University of Applied Sciences, Wiesbaden, Germany

⁴Южный научный центр, Ростов-на-Дону, Россия

E-mail: solovievarc@gmail.com

Перспективным направлением накопления энергии является создание устройств, основанных на использовании пьезоэлектрических генераторов, подверженных механическим воздействиям. Рабочим элементом этих устройств является пьезоэлемент, который преобразует энергию механических колебаний в электрическую энергию. Если устройство находится в переменном магнитном поле, в частности, при размещении постоянных магнитов на вращающихся элементах машин, то в этом случае деформация пьезоэлектрического элемента и генерация электрического тока может возникнуть при деформировании пьезомагнитного элемента, совмещенного с пьезоэлектрическим элементом.

В работе рассматриваются поперечные колебания пьезоактивного биморфа с пьезоэлектрическим и пьезомагнитными слоями, наклеенными на пассивную подложку с двух разных сторон.

Задачи рассматривается в рамках линейной теории электроупругости и магнитоупругости, в которых электрическое и магнитное поля представляются через скалярные потенциалы. Лицевые поверхности пьезослоя электродированы, на одном электроде задан потенциал, второй электрод свободен или подключен к внешней электрической цепи, связанной с накоплением энергии. Пьезомагнитный слой находится в переменном магнитном поле. В результате биморф совершает поперечные изгибные колебания.

В работе на основе вариационного принципа и гипотез Кирхгофа-Лява для поперечного изгиба пластин о распределении механического, электрического и магнитного полей, получена система уравнений описывающая цилиндрический изгиб биморфа.

Выполнены расчеты собственных колебаний биморфа в программном комплексе конечно-элементного анализа ANSYS. При этом пьезомагнитный слой моделируется конечным элементом PLANE13, в котором пьезоэлектрические свойства материала заменены на пьезомагнитные.

В работе получены частоты резонанса и антирезонанса, построены соответствующие формы колебаний. Анализ напряженно деформированного состояния, электрического и магнитного полей показывает, что для низших изгибных мод, принятые гипотезы об их распределении адекватно описывают эти состояния. Так же исследуется зависимость частот резонанса и антирезонанса, выходного потенциала в зависимости от геометрических параметров и сочетания материалов биморфа.

Построенная модель биморфа может быть применена для оптимизации его параметров в составе устройства накопления электрической энергии, если оно находится в переменном магнитном поле.

ENERGY HARVESTING USING BENDING OSCILLATIONS OF MAGNETOELECTROELASTIC PLATES

Soloviev A.^{1,2}, Kirillova E.³, Matrosov A.¹, Chebanenko V.³, Do Thanh Binh¹

¹Don State Technical University, Rostov on Don, Russia

²Southern Scientific Center, Rostov on Don, Russia

³RheinMain University of Applied Sciences, Wiesbaden, Germany

⁴Southern Scientific Center, Rostov on Don, Russia

E-mail: solovievarc@gmail.com

A promising direction of energy harvesting is the creation of devices based on the use of piezoelectric generators subject to mechanical stress. The working element of these devices is a piezoelectric element, which converts the energy of mechanical vibrations into electrical energy. If the device is in an alternating magnetic field, in particular, when the permanent magnets are placed on rotating elements of machines, then in this case, deformation of the piezoelectric element and generation of electric current can occur when the piezomagnetic element is combined with the piezoelectric element.

The transverse oscillations of a piezoelectric bimorph with piezoelectric and piezomagnetic layers glued to a passive substrate from two different sides are considered in this work.

The problems are considered in the framework of the linear theory of electroelasticity and magnetoelasticity, in which the electric and magnetic fields are represented through scalar potentials. The front surfaces of the piezoelectric layer are electroded, a potential is set on one electrode, the second electrode is free or connected to an external electric circuit connected with energy storage. The piezomagnetic layer is in an alternating magnetic field. As a result, the bimorph performs transverse bending vibrations.

In the work on the basis of the variational principle and Kirchhoff-Love hypotheses for the transverse bending of plates on the distribution of mechanical, electric and magnetic fields, a system of equations describing the cylindrical bimorph bending is obtained.

The eigenmodes of the bimorph were calculated in the ANSYS finite element analysis software package. In this case, the piezomagnetic layer is modeled by the finite element PLANE13, in which the piezoelectric properties of the material are replaced by piezomagnetic.

In this work, the resonance and antiresonance frequencies are obtained, and the corresponding vibration forms are constructed. Analysis of the stress-strain state, electric and magnetic fields shows that for lower bending modes, the accepted hypotheses about their distribution adequately describe these states. We also study the dependence of the resonance and antiresonance frequencies, the output potential, depending on the geometric parameters and the combination of bimorph materials.

The constructed bimorph model can be applied to optimize its parameters as part of an electric energy storage device if it is in an alternating magnetic field.

ТЕПЛОВЫЕ СПЕКТРАЛЬНЫЕ ФИЛЬТРЫ ДЛЯ ЭФФЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

Вольпян О.Д., Литвинов В.В., Кондратьев С.А.
ООО «Научно-производственный комплекс Фотрон-Авто»
E-mail: Litvinov-v@mail.ru

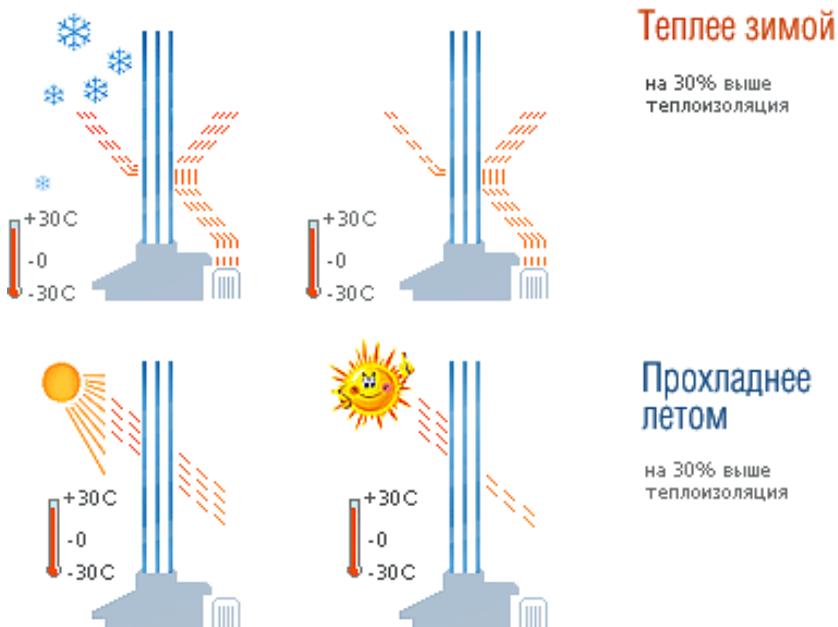
В настоящее время повышение энергосбережения в системах получения, транспортировки, распределения и потребления тепла и электроэнергии – важнейшая и неотложная задача энергетики и других отраслей отечественной промышленности. Положение такого, что создать новый киловатт сегодня намного дороже, чем сберечь его за счет внедрения энергоэффективных технологий. Решение задачи энергосбережения будет способствовать также решению другой важнейшей и неотложной задачи – улучшению охраны окружающей среды, так как уменьшение энергопотребления влечет за собой соответствующее уменьшение выбросов углекислого газа в атмосферу и ослабление парникового эффекта.

Основным звеном энергетических потерь в нашей стране являются жилые и промышленные здания. На их отопление расходуется более 50% всех топливно-энергетических ресурсов страны. Основная часть жилищного и промышленного фондов была построена еще во времена СССР, когда особо никто не беспокоился о бережном отношении к энергетическим ресурсам. Общеизвестно, что основные конструктивные элементы около 90 % эксплуатируемых в России зданий являются источниками неоправданных энергетических потерь. Среди них на первом месте по таким потерям – стеклянные ограждения, окна. По оценкам специалистов в среднем около 50% тепла, идущего на отопление зданий в зимнее время в нашем жилом и промышленном фонде зданий, теряется через их прозрачные ограждения. Это обусловлено тем, что в 99 % конструкций стеклянных ограждений применяется обычное стекло. А через него для температурных режимов, характерных для средних широт, в которых находится большая часть России, удельный поток тепла через однокамерное (двухслойное) остекление составляет около 3 ватт/м²·град. Таким образом, ежегодно «выбрасываются в окна» гигантские значения тепла (зимой) и электроэнергии (летом).

Нами разработаны тонкопленочные тепловые фильтры (ТТФ). Они представляют собой тонкопленочные интерференционные системы, которые формируют интегральные спектры отражения, пропускания и поглощения внешних поверхностей тел, и таким образом, обеспечивают их заданную излучательную и поглощательную способности. Основы технологии получения таких пленочных систем также разработаны авторами. ТТФ блокируют инфракрасное излучение ($\lambda \geq 0,8$ мкм) и пропускают излучение видимого диапазона, обеспечивая его комфортное восприятие (высокие ахроматичность и равномерность угловой спектральной характеристики и т. д.). Кроме того благодаря специальному слою, включённому в ТТФ обеспечивается изменение спектральной характеристики ТТФ в связи с разными условиями работы ТТФ в зимнее и летнее время. В конструкцию ТТФ входят пленки ИТО (90% In₂O₃ – 10% SnO₂), которые сочетают прозрачность в видимой области спектра и высокую электропроводность. Пленки имеют наногradient по толщине показателя преломления и gradient по толщине коэффициента электропроводности.

Разработанные авторами проекта ТТФ позволяют понизить удельную пропускную способность через стекло теплового излучения в зимнее время до значения 1,4 ватт/м²·град. Из сравнения с обычным стеклоограждением, это означает, что экономия энергии на 1 м² может составить 1,6 ватт/град.м². Совершенно очевидно, что эти гигантские значения энергосбережения и улучшения экологических характеристик

делают задачу производства эффективных ТТФ для «умных окон» чрезвычайно актуальной и неотложной. Значение этой задачи постоянно возрастает. Неслучайно практически во всех странах Европы, Америки, Азии, имеющих зимние сезонные периоды, изменились архитектурные концепции, законодательство и строительные нормы. Они направлены на решение этой задачи. В Москве и Санкт-Петербурге тоже приняты строительные нормы для гражданских и промышленных зданий, которые предполагают использование «умных окон» с ТТФ.



Условия работы ТТФ «для умных окон»
а – условия работы ТТФ зимой; б – условия работы ТТФ летом

THERMAL SPECTRAL FILTERS FOR THE EFFICIENT ENERGY SAVING TECHNOLOGIES

Volpyan O., Litvinov V., Kondratyev S.
"Fotron-Auto", research and production complex
E-mail: Litvinov-v@mail.ru

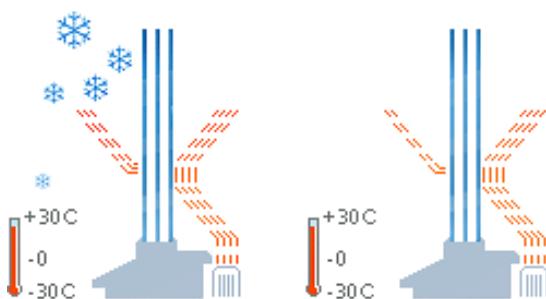
Currently improving the energy savings in the energy production, transportation, and distribution systems is the priority and urgent task for Russian domestic industry. It is often cheaper to save one extra kilowatt of energy due to energy-efficient technologies than to produce it. Progress in the field of energy saving will also serve another purpose – it will lessen environmental impact of our activities due to lowering carbon dioxide emission to the atmosphere and hence reducing the greenhouse effect.

Residential and industrial buildings are the main source of energy losses in Russia. Heating the buildings consumes about 50% of all energy produced in our country. The majority of the existing buildings were built in the USSR era when energy savings were not the priority. It is well known that about 90% of the basic construction elements of those buildings are the sources of unjustifiable heat losses. And in the first place among such leaky elements are windows, or glass barriers in general. It is estimated that up to 50% of all heat losses from buildings during winter time in Russia are due to transparent barriers. The reason is that the common untreated glass is used in the construction of the 99% of such barriers. Even in the temperate climate, typical winter time losses through such glass, installed as a double layer package, are about 3 W/m²·°C. Thus through the windows gigantic flow of heat is literally "thrown away" during the winter time.

We have developed thin film thermal filters (TFTF), which constitute thin film interference systems to form the desired transmission and reflection spectra for the outer surfaces of transparent barriers, thus modifying their radiance and absorbance. We also developed the basics of the production technology for such thin film systems. The TFTF are blocking infrared part of the spectrum (wavelength ≥ 0.8 mm) and transmitting visible light, providing conditions for its comfortable perception by human eyes (high achromaticity, angular stability of the spectra, etc.). Moreover, design of our TFTF includes a special layer to modify the transmission/reflection spectra according to the current season (winter or summer).

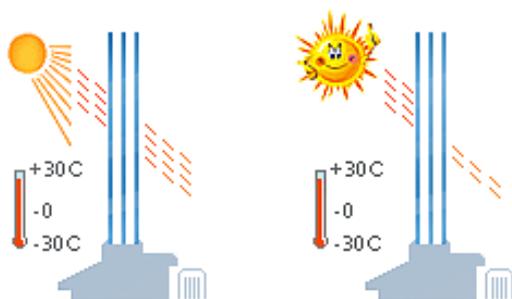
The TFTF contain layers consisting of the special material (90% In₂O₃ – 10% SnO₂) which possesses high electric conductivity while being transparent in the visible part of the spectrum. Such layers may have nanoscale gradients of their thickness and electric conductivity.

Thin film thermal filters of our design allow to lower the heat losses through the windows to 1.4 W/m²·°C. Compared to common windows, the TFTF allow to save 1.6 W/m²·°C. Thus huge possible energy savings apparently demonstrate the relevance and urgency of the task of TFTF-based "smart windows" production. And the importance of this task constantly grows. In the most countries of Europe, America and Asia that have seasonal temperature variations similar to those in Russia, the architectural concepts, legal norms, and building protocols have already been changed to reflect the necessity of energy savings. Similar changes occur in the construction protocols for industrial and residential buildings in Moscow and St. Petersburg, assuming wider use of TFTF-based "smart windows".



Теплее зимой

на 30% выше
теплоизоляция



Прохладнее
летом

на 30% выше
теплоизоляция

Schematic view of the TFTF-based "smart window" (right) compared to a common window (left).

Upper panel – winter conditions, lower panel – summer conditions.

МНОГОКОНФИГУРАЦИОННАЯ КВАНТОВАЯ ХИМИЯ В ОРГАНИЧЕСКОЙ ЭЛЕКТРОНИКЕ

Фрейдзон А. Я.

Центр фотохимии РАН, ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН, Москва, Россия

E-mail: Freidzon.sanya@gmail.com

Вычислительные задачи, обычно возникающие в органической электронике, включают в себя моделирование поглощения и испускания света, разделение и рекомбинацию зарядов, и зарядовый транспорт. Обычно эти задачи решают относительно дешевым и быстрым методом функционала плотности, позволяющим рассчитывать большие системы. Однако этот подход имеет существенные недостатки, приводящие к качественно неверным результатам, такие как переоценка делокализации заряда в протяженных молекулярных системах, занижение энергии состояний с переносом заряда, а также различная величина погрешности для энергии синглетных и триплетных состояний, что дает неправильно рассчитанные вероятности безызлучательных процессов.

Многоконфигурационные методы, такие как CASSCF/XMCQDPT, обеспечивают качественно правильное и достаточно точное описание изучаемых процессов. В частности, они правильно передают локализацию заряда и экситона в протяженных системах за счет включения состояний с различной локализацией с равными весами. Также они обеспечивают сбалансированное описание состояний разной мультиплетности и разной орбитальной природы. Таким образом, многоконфигурационные методы дают более глубокое понимание природы изучаемых систем и механизмов изучаемых процессов. Это поможет находить для описания данных систем относительно простые дескрипторы, пригодные для массовых расчетов дешевыми методами.

Будут обрисованы задачи, в которых необходимо использование многоконфигурационных методов; даны основы методов CASSCF и XMCQDPT, и приведены примеры их успешного применения в задачах излучения света, переноса заряда и энергии и химической стабильности типичных материалов для органических светоизлучающих устройств.

MULTIREFERENCE QUANTUM CHEMISTRY IN ORGANIC ELECTRONICS

Freidzon A.

Photochemistry Centre RAS, FSRC «Crystallography and Photonics» RAS, Moscow, Russia

E-mail: Freidzon.sanya@gmail.com

The computational problems that typically arise in organic electronics are the problems of light absorption and emission, charge separation and recombination, and charge transport. These problems are usually addressed with the relatively cheap and fast density functional theory, which allows for large-scale calculations. However, this approach has intrinsic deficiencies that lead to qualitatively wrong results. Among these are overestimation of charge delocalization in extended molecular systems, underestimation of the energy of charge-transfer states, and different errors in the energies of singlet and triplet states, which lead to wrong transition probabilities of nonradiative processes.

Multireference methods, such as CASSCF/XMCQDPT, provide qualitatively correct and accurate description of the processes of interest. In particular, they correctly describe charge and exciton localization in extended systems through including the states with different localization with equal weights. They also provide balanced treatment of states of different multiplicity and different orbital character. Therefore, multireference methods give deeper insight into the nature of the systems under study. Understanding the mechanism of the target process will help one to find simple molecular descriptors that can be calculated by cheap methods in large scale.

We outline the problems in which multireference treatment is necessary, give some basics of the CASSCF and XMCQDPT methods, and demonstrate the application of multireference computational methods to the problems of light emission, charge and energy transfer, and chemical stability of typical OLED materials.

ПОВЫШЕНИЕ КПД СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ОСНОВЕ КРЕМНИЯ

Сагитова Л.Р., Гостева Е.А., Подгорный Д.А.

Национальный исследовательский технологический университет (НИТУ)

МИСИС, 119049, Россия, Москва, Ленинский проспект, д.4

E-mail: lady.louisa@mail.ru

Солнечные батареи на основе полупроводниковых фотоэлектрических преобразователей — основной источник энергопитания космических аппаратов сегодня, и в ближайшие десятилетия «околосолнечная» космическая энергетика будет основана преимущественно на полупроводниковых фотоэлектрических преобразователях. Основное назначение солнечного элемента состоит в преобразовании оптической энергии в энергию электрического тока.

На сегодняшний день основной проблемой при изготовлении солнечных элементов на предприятии «АО «НПП»КВАНТ» является отслоение металлических контактов и отрыв шин в местах сварки к ФЭПу.

В качестве исследуемого образца был выбран фотопреобразователь кремниевый с контактными площадками на лицевой и тыльной сторонах (рис.1).



Рисунок 1.ФП с контактными площадками

С помощью электронного оже-спектрометра “PHI-680” измерили глубины слоев металлизации (Ti, Pd, Ag) и просветляющего покрытия, и оценили их равномерность распределения. Также получили профиль распределения элементов по времени травления на контактных площадках (рис.2).

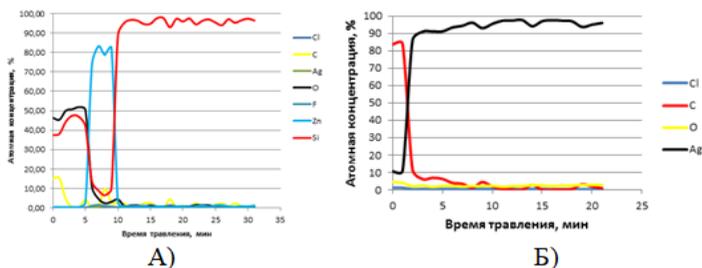


Рисунок 2. Профиль распределения элементов по времени травления: а) тыл б) лицо

Образцы, были исследованы на оже-спектрометре "PHI-680" фирмы "Physical Electronics" при следующих условиях: энергия первичного пучка $E=1, 10$ кэВ, ток первичного пучка $j= 10$ нА диаметр первичного пучка $\varnothing= 40$ нм, глубина анализа $t=5-50\text{\AA}$ давление остаточных газов в исследовательской камере $P=2\cdot 10^{-9}$ Торр. Для получения профилей распределения по глубине и очистки поверхности от адсорбированных атомов использовалась ионная пушка. Травления проходило при следующих условиях: Ионы Ar^+ , энергия ионного пучка $E=1, 2, 3$ кВ, угол между поверхностью образца и ионным пучком 30° , ионный ток $j=0,5, 1,4, 2,6$ мкА, растр 1×1 мм, скорость травления $V=5, 10, 20$ нм/мин (по SiO_2).

Задачи дальнейшего исследования: - измерить глубину сварки; - выяснить по какому металлу идет отрыв шины.

INCREASING EFFICIENCY OF SOLAR ELEMENTS BASED ON SILICON

Sagitova L., Gosteva E., Podgorny D.

**National University of Science and Technology (NUST) MISIS, 119049, Russia,
Moscow, Leninsky Prospekt, 4**

E-mail: lady.louisa@mail.ru

Solar cells based on semiconductor photoelectric converters are the main source of energy for spacecraft today, and in the coming decades, "near-solar" space energy will be based primarily on semiconductor photoelectric converters. The main purpose of a solar cell is to convert optical energy into electric current energy.

To date, the main problem in the manufacture of solar cells at the enterprise "RPE"KVANT" is the detachment of metal contacts and the separation of tires in the places of welding to the photoconverter.

A silicon photoconverter with contact pads on the front and back sides was chosen as the test sample (Fig. 1).



Figure 1. Photoconverter with pads

Using a PHI-680 electronic Auger spectrometer, the depths of the metallization layers (Ti, Pd, Ag) and the antireflection coating were measured, and their uniformity of distribution was evaluated. We also obtained a profile of the distribution of elements over the etching time at the contact pads (Fig. 2).

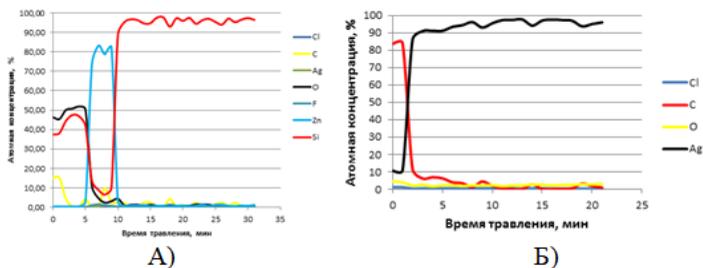


Figure 2. Profile of the distribution of elements over the etching time:
a) rear b) face.

The samples were studied on a PHI-680 Auger spectrometer from Physical Electronics under the following conditions: primary beam energy $E = 1, 10$ keV, primary beam current $j = 10$ nA primary beam diameter $\varnothing = 40$ nm, analysis depth $t = 5-50\text{\AA}$ residual gas pressure in the research chamber $P = 2 \cdot 10^{-9}$ Torr. An ion gun was used to obtain depth distribution profiles and to clean the surface of adsorbed atoms. The etching took place under the following conditions: Ar + ions, ion beam energy $E = 1, 2, 3$ kV, angle between the surface of the sample and ion beam 30° , ion current $j = 0.5, 1.4, 2.6$ μA , raster 1×1 mm, etching rate $V = 5, 10, 20$ nm / min (for SiO_2)/

Tasks for further research: - measure the depth of welding; - find out on what metal is the separation of the tire.

СОЗДАНИЕ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРООБЕСПЕЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ИСКРОВОГО РАЗРЯДА

Панкин А.С., Чернова К.

ФГБОУВО «Тюменский индустриальный университет». Филиал в Тобольске

E-mail: alexandr.pankin.1@gmail.com

Использование альтернативных источников энергии для повышения энергоэффективности объектов ТЭК в современных условиях актуально. Предлагается использовать в качестве такого источника комплекс установок, действие которых основаны на создании и преобразовании энергии искрового разряда в химическую энергию, для чего разработаны специальные установки.

В работе представлен комплекс установок, направленных на создание и последующее развитие новой области альтернативной энергетики – грозовой энергетики.

При дальнейшей успешной реализации как опытных, так и промышленных образцов во всём мире появится новое конкурентоспособное направление альтернативной энергетики.

Основной задачей работы является создание нового направления развития альтернативной энергетики и ТЭК в целом. Технические задачи комплекса заключаются в использовании различных видов энергий газов, выделяемых на предприятиях в атмосферу, создание различных видов резонансов и процессов (температурный,

молекулярный резонансы, перепады давления и плотностей, создание турбулентности) для получения искрового импульсного разряда, обладающего очень большой энергией, в промышленных условиях. Так же в задачи комплекса входит трансформация энергии разряда в химическую энергию. Последняя поставленная техническая задача заключается в преобразовании энергии для её дальнейшего использования потребителями энергии. Помимо технических задач, в комплексе устройств приводятся системы экологической и технической безопасности, указываются процессы технического обслуживания установок и их частей.

На данном этапе развития концепции прорабатывается процесс трансформации энергии электрического разряда в химическую энергию в одной из установок комплекса. В этой области получены данные единичных опытов, подтверждающие все основные физические и химические процессы трансформации энергии. Для получения более детальных и точных данных, которые улучшат установку, автору необходимо провести множество серий опытов, проводимых в лабораторных условиях со всем необходимым электрическим и химическим оборудованием.

В докладе будут подробно и точно описаны конструкции и рабочий процесс установок и устройств, входящих в них; физические и химические процессы, происходящие в установках. Будут представлены чертежи и схемы установок.

CREATION OF SYSTEM ELECTRICAL SUPPLY BASED ON THE USE OF ELECTRIC SPARK DISCHARGE ENERGY

Pankin A., Chernova K.

Federal State Budget Educational Institution of Higher Education « Industrial University of Tyumen». Branch in Tobolsk

E-mail: alexandr.pankin.1@gmail.com

The use of alternative energy sources to improve the energy efficiency of fuel and energy facilities in modern conditions is important. It is proposed to use as such a source a set of installations, the action of which is based on the creation and conversion of spark discharge energy into chemical energy, for which special installations have been developed.

The paper presents a set of installations aimed at the creation and subsequent development of a new field of alternative energy – thunderstorm energy.

With the further successful implementation of both prototypes and industrial designs around the world, a new competitive direction of alternative energy will appear.

The main objective of the work is to create a new direction for the development of alternative energy and the fuel and energy sector as a whole. Technical tasks of complex consist in the use of various types of energy gases emitted by the refinery into the atmosphere, creating various types of resonances and processes (temperature, molecular resonance, pressure drops and densities, creating turbulence) to obtain pulses of spark discharge with very high energy in an industrial environment. Also the tasks of the complex include the transformation of discharge energy into chemical energy. The last technical task is to transform energy for its further use by energy consumers. In addition to technical tasks, the complex of devices provides environmental and technical safety of systems, indicates the processes of maintenance of plants and their parts.

At this stage of the concept development, the process of transformation of electric discharge energy into chemical energy in one of the facilities of the complex is being worked out. In this area data of single experiments confirming all basic physical and chemical

processes of transformation of energy are received. At this stage of the concept development, the process of transformation of electric discharge energy into chemical energy in one of the facilities of the complex is being worked out. In this area data of single experiments confirming all basic physical and chemical processes of transformation of energy are received. to obtain more detailed and accurate data that will improve the installation, the author needs to conduct many series of experiments conducted in the laboratory with all the necessary electrical and chemical equipment.

The report will describe in detail and accurately the design and working process of the plants and devices that make up them; the physical and chemical processes occurring in the plants. Drawings and diagrams of installations will be presented.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН В ПРОГРАММЕ NEPLAN

Гусев Ю.П., Каюмов А.Г.

ФГБОУ ВО "Национальный исследовательский университет "МЭИ " Москва, Россия

E-mail: Kayumov_AG@mail.ru

Специалисты в области энергетики в процессе работы в электроэнергетических системах (ЭЭС) проводят многочисленные расчеты, касающиеся определения параметров режимов работы электрооборудования при проектировании, реконструкции, модернизации, а также при прогнозировании уровней токов коротких замыканий (КЗ) в узлах, имеющих различные ступени напряжения. При проведении тех или иных расчетов в больших объектах возникают трудности, связанные с решением огромного количества дифференциальных и алгебраических уравнений, что занимает много времени. Поэтому для повышения точности расчетов в настоящее время почти все расчеты производятся в современных программных комплексах (ПК).

С целью предупреждения негативных сценариев при работе энергосистемы и отслеживания вопросов координации уровней токов КЗ в ПК *NEPLAN* была разработана расчетная модель ЭЭС Республики Таджикистан (РТ). При разработке расчетной модели ЭЭС РТ использовались готовые макромоделли из библиотеки этого ПК. Всего были смоделированы 13 электростанций: из них только 2 теплоэлектростанции, а остальные 11 - гидроэлектростанции, 428 системообразующих и распределительных электрических подстанций (ПС) с классом напряжения 35-500 кВ мощностью 15693 МВА, воздушные линии электропередачи общей протяженностью 57208 км. ЭЭС состоит из $i = 1, \dots, n$ узлов нагрузки и $j = 1, \dots, m$ генераторов и источников питания. После изменений в сети из-за короткого замыкания в каждом узле появляются другие значения. Для трехфазного КЗ напряжение в точке повреждения равно нулю. Это условие также выполняется, когда в место повреждения подается то же напряжение, но с противоположным знаком напряжения. Все сетевые фидеры, синхронные и асинхронные машины заменены своими внутренними сопротивлениями. После разработки расчетной модели проведены расчеты потокораспределения для учета параметров режимов электрооборудования в режиме, предшествующем КЗ, а затем выполнены расчеты токов КЗ. Из существующих методик расчета токов КЗ для определения начального момента КЗ в этом ПК были выбраны Superposition method with consideration of pre-fault voltages from a load flow (Метод наложения с учетом предаварийных напряжений от потока нагрузки). Метод наложения является наиболее точным методом для расчета токов КЗ

относительно действующих регламентирующих документов исходя из того, что соотношения напряжения и условия нагрузки сети учитываются до возникновения КЗ. При вычислении методом наложения поток распределения нагрузки, настройки устройства РПН трансформатора и уставок напряжения генераторов, вычисляются перед вычислением КЗ с помощью модуля load flow. Для подтверждения достоверности полученных результатов моделирования периодической составляющей трехфазного и однофазного токов КЗ в начальной момент времени они были верифицированы с данными о токах КЗ, полученными от эксплуатирующей ЭЭС РТ компании ОАХК «Барки Точик» в узлах электростанций. Среднее расхождение между указанными данными составило от 4 % до 11%, что является допустимым.

Разработанную расчетную модель ЭЭС РТ можно использовать не только для расчетов токов КЗ, а также для расчетов таких показателей как надежность, устойчивость, качество электроэнергии, для оптимизации режимов и частично для расчетов релейной защиты и автоматики.

MODELING OF THE POWER SYSTEM OF THE REPUBLIC OF TAJIKISTAN BY PROGRAM NEPLAN

Gusev Y.P., Kayumov A.G.
National Research University "MPEI" Moscow, Russia
E-mail: Kayumov_AG@mail.ru

In developing electrical energy system (EES), specialists in the field of power engineering carry out numerous calculations relating to the determination of the parameters of the operational modes of electrical equipment in the design, reconstruction, modernization stages as well as in the prediction of short-circuit current levels in nodes with different voltage levels. When carrying out certain calculations in developing EPS, there are difficulties associated with the solution of a huge number of differential and algebraic equations, which takes a lot of time. Therefore, to improve the accuracy of calculations, almost all calculations are made in modern software packages (SP).

In order to prevent negative scenarios in the operation of the power system and to monitor the coordination of the levels of SC current, the EES of the Republic of Tajikistan (RT) was developed by NEPLAN SP. When developing computational models of EES RT, a ready macro model from the library of this SP was used. Just 13 electrical power plants have been modeled, of which only 2 combined heat and power station, 1 hydro-power plant, 428 backbone and distribution electric substations (SS) with voltage range of 35-500 kV with power of 15693 MW, and overhead transmission lines with a total length of 57208 km. EPS consists of $i = 1, \dots, n$ of load nodes and $j = 1, \dots, m$ and generators and power supplies. After changes in the network due to short circuit consideration, different values appear in each node. For three-phase short circuit, voltage at the point of damage is zero. This condition is also met when the same voltage is applied to the damaged point, but with the opposite voltage sign. All network feeders, synchronous and asynchronous machines are replaced by their internal resistances. After the development of calculation models, current flow calculations for given parameters of electrical equipment operation in a mode prior to the SC are done, and then the calculations of SC currents are made. Of the existing methods of calculation of short circuit currents to determine the initial moment of the fault in this SP, the Superposition method was selected with consideration of pre-fault voltages from a load flow (method of taking into account pre-accident voltages from the load flow). The overlay method

is the most accurate method for calculating the short-circuit currents relative to the existing regulatory documents, based on the fact that the voltage ratio and the load conditions of the network are taken into account before the short-circuit. When calculating the load distribution flow, the settings of the transformer OLR device and the voltage setpoints of the generators are calculated before calculating the short circuit using the load flow module. To confirm the reliability of the received results of modeling the periodic component of the three-phase and single-phase SCC at the initial moment of time they were verified with data of SCC, obtained by exploiting PSS RT company OSHC «Barki Tojik» in the nodes of plants. The average discrepancy between these data was from 4 % to 11%, which is acceptable.

The developed calculation model of the power plant of RT can be used not only for calculations of SCC, but also for calculations of such indicators as reliability, stability, power quality, for optimization of modes and partly for calculations of relay protection and automation.

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ СУСПЕНЗИИ ПЭДОТ-ПСС

**Истакова О.И., Конев Д.В.
ИПХФ РАН, г. Черноголовка, Россия
E-mail: oistakova@gmail.com**

Электропроводящие органические материалы и покрытия на основе полиэтилен-3,4-диокситиофена (ПЭДОТ) в настоящее время являются принципиальным компонентом электрохромных покрытий, дисплеев, конденсаторов, фотоэлектрических преобразователей и ряда других устройств, круг которых расширяется благодаря интенсивным научным исследованиям в этой области. В большинстве областей применения ПЭДОТ используется в составе композиции с полистиролсульфонат-анионом (ПСС) [1, 2], а прекурсором для ее получения служит водная суспензия ПЭДОТ-ПСС, являющаяся коммерчески доступным продуктом, в основе получения которого лежит химическое окисление смеси прекурсоров пероксодисульфат-анионом с последующей ионообменной очисткой от продуктов восстановления окислителя и вспомогательных веществ [3]. Исследования в рамках данной работы направлены на разработку фундаментальных основ и практическую реализацию электрохимического способа получения суспензии ПЭДОТ-ПСС, заключающегося в генерации катион-радикалов ЭДОТ на поверхности пористого анода при непрерывной интенсивной прокатке через него полимеризационной среды, содержащей полианион ПСС без использования окислителя.

Было проведено электроокисление ЭДОТ в растворе полистиролсульфонокислоты (ПССК) на рабочем электроде с одновременной прокаткой полимеризационной среды через поры электрода с заданной скоростью. Осуществлялся синтез суспензии ПЭДОТ-ПСС в специальной электрохимической ячейке с разделенными электродными пространствами, через анод которой осуществляется интенсивная прокатка полимеризационной среды, содержащей мономер и полианион. Также помимо прямого окисления ЭДОТ в присутствии ПССК было проведено редокс-медиаторное окисление ЭДОТ в присутствии ПССК и редокс-медиатора. Полученные суспензии были охарактеризованы комплексом электрохимических, микроскопических и спектральных методов.

Работа выполнена при финансовой поддержке стипендии Президента РФ (СП-3317.2019.1).

Литература

[1] Sun, K., Zhang, S., Li, P., Xia, Y., Zhang, X., Du, D., ... Ouyang, J. (2015). Review on application of PEDOTs and PEDOT:PSS in energy conversion and storage devices. *Journal of Materials Science: Materials in Electronics*, 26(7), 4438–4462. <https://doi.org/10.1007/s10854-015-2895-5>

[2] Malti, A. et al. An organic mixed ion–electron conductor for power electronics. *Adv. Sci.* 3, 1500305 (2016). <https://doi.org/10.1002/adv.201500305>

[3] Louwet, F., Groenendaal, L., Dhaen, J., Manca, J., Van Luppen, J., Verdonck, E., & Leenders, L. (2003). PEDOT:PSS: Synthesis, characterization, properties and applications. *Synthetic Metals*, 135–136, 115–117. [https://doi.org/10.1016/S0379-6779\(02\)00518-0](https://doi.org/10.1016/S0379-6779(02)00518-0)

ELECTROCHEMICAL SYNTHESIS OF PEDOT-PSS SUSPENSION

Istakova O., Konev D.
IPCP RAS, Chernogolovka, Russia
E-mail: oistakova@gmail.com

Conducting organic materials and coatings based on polyethylene-3,4-dioxithiophene (PEDOT) are currently a fundamental component of electrochromic coatings, displays, capacitors, photoelectric converters and a number of other devices, the range of which is expanding due to intensive scientific research in this area. In most applications, PEDOT is used as part of a composition with polystyrenesulfonate anion (PSS) [1, 2], and the precursor for its preparation is an aqueous suspension of PEDOT-PSS, which is a commercially available product based on the chemical oxidation of a mixture of peroxodisulfate precursors anion, followed by ion-exchange purification from the products of the oxidant reduction and auxiliary substances [3]. The studies in this work are aimed at developing the fundamental principles and practical implementation of the electrochemical method for preparing a suspension of PEDOT-PSS, consisting in the generation of EDOT radical cations on the surface of a porous anode with continuous intensive pumping through it of a polymerization medium containing a PSS polyanion without using an oxidizing agent.

Electrooxidation of EDOT was carried out in a solution of polystyrenesulfonic acid (HPSS) at the working electrode with simultaneous pumping of the polymerization medium through the pores of the electrode at a given speed. The suspension of PEDOT-PSS was synthesized in a special electrochemical cell with separated electrode spaces, through the anode of which an intensive pumping of the polymerization medium containing the monomer and polyanion is carried out. In addition to the direct oxidation of EDOT in the presence of HPSS, a redox mediator oxidation of EDOT in the presence of HPSS and a redox mediator was performed. The resulting suspensions were characterized by a complex of electrochemical, microscopic and spectral methods.

This work was supported by a scholarship from the President of the Russian Federation (SP-3317.2019.1).

References

[1] Sun, K., Zhang, S., Li, P., Xia, Y., Zhang, X., Du, D., ... Ouyang, J. (2015). Review on application of PEDOTs and PEDOT:PSS in energy conversion and storage devices. *Journal of Materials Science: Materials in Electronics*, 26(7), 4438–4462. <https://doi.org/10.1007/s10854-015-2895-5>

[2] Malti, A. et al. An organic mixed ion–electron conductor for power electronics. Adv. Sci. 3, 1500305 (2016). <https://doi.org/10.1002/advs.201500305>

[3] Louwet, F., Groenendaal, L., Dhaen, J., Manca, J., Van Luppen, J., Verdonck, E., & Leenders, L. (2003). PEDOT/PSS: Synthesis, characterization, properties and applications. Synthetic Metals, 135–136, 115–117. [https://doi.org/10.1016/S0379-6779\(02\)00518-0](https://doi.org/10.1016/S0379-6779(02)00518-0)

СОЛНЕЧНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ С ПОРИСТЫМ КРЕМНИЕМ И ГРАФЕНОМ

Захви А., Гостева Е.А.

Национальный исследовательский технологический университет (НИТУ)

МИСИС, 119049, Россия, Москва, Ленинский проспект, д.4.

E-mail: Ali.zahwy@hotmail.com, gos-3@mail.ru

Пористый кремний (ПК) - это универсальный наноструктурный материал, обычно получаемый путем электрохимического травления кремния. Наноструктурные ПК обладают удивительными оптическими свойствами, такими как способность поглощать высокую энергию фотонов в синей области спектра из-за большой ширины запрещенной зоны (1,2 ~ 3 эВ), что делает его перспективным материалом для использования в качестве антибликового покрытия в кремниевых солнечных элементах. Кроме того, свойства пористой структуры можно изменять от свойств воздуха до кремния, в результате чего возможно управлять показателем преломления и формировать структуры с контролируруемыми параметрами антиотражающих слоёв. Градиентная пористость наноразмерного ПК может контролироваться параметрами анодного травления, и поскольку пористость тесно связана с показателем преломления, ПК является весьма интересным материалом для оптических применений. Данная работа посвящена формированию пористой структуры с постепенной пористостью от макропористой до микропористой структуры посредством электрохимического травления, которое обеспечивает очень низкую отражательную способность в широком диапазоне длин волн.

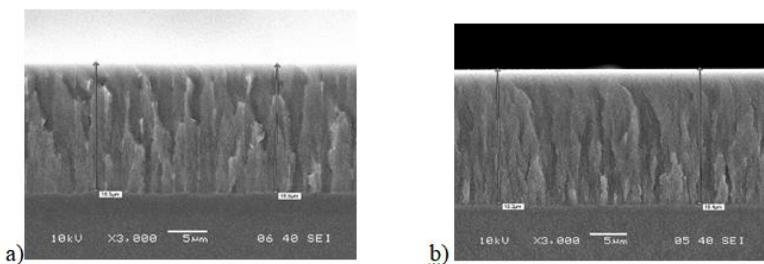


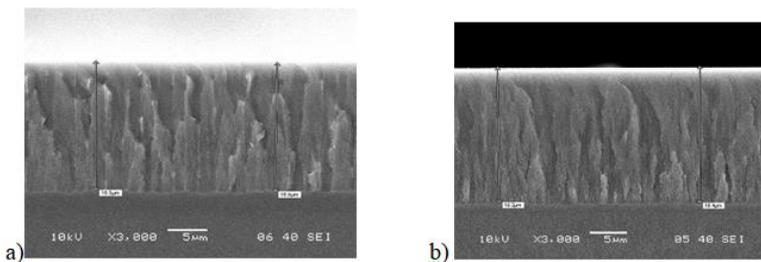
Рис.1. СЭМ изображение скола ГПК-вар структуры полученной на монокристаллических пластинах кремния с ориентацией пластины: а) 100 и б) 111

Кроме того, графен, полученный химическим осаждением из паровой фазы при атмосферном давлении (CVD), приводит к необычайной электрической проводимости (низкое удельное сопротивление и высокая подвижность) далеко за пределами других металлов, используемых в качестве передней сетки в солнечном элементе. Кроме того, его двумерный характер с необычайными оптическими свойствами (коэффициент пропускания $\sim 98\%$) позволяет создавать более освещенные участки без затенения. Таким образом, идея замены металла графеном также рассматривается в данном исследовании.

SOLAR CELLS WITH POROUS SILICON AND GRAPHENE

Zahwy A., Gosteva E.
NUST MISIS, 119049, Russia, Moscow, Leninsky Prospekt, 4.
E-mail: Ali.zahwy@hotmail.com, gos-3@mail.ru

Porous silicon (PS) is a versatile, nanostructured material commonly made by electrochemical etching of silicon. Nanostructure PS have amazing optical properties such as the ability to absorb high photon energy to blue region in spectrum due to its wide band gap (1.2~3eV) which makes it a promising window layer in silicon solar cell. Also, the porous structure consists of air and silicon yielding the variable refractive index which can be applied as an antireflection coating on the surface of cells. The gradient porosity of nanoscale PS can be controlled by the etching parameters applied during PS formation and because the porosity is closely related to the refractive index. PS is a highly interesting material for optical applications. This research expatiates the formation of a porous structure with graded porosity from macroporous to microporous structure via electrochemical etching which achieves very low reflectance over a broad wavelength range.



Pic.1. SEM image of GPSi-var structure c-Si: a) 100 and b) 111

Moreover, graphene made by atmospheric pressure chemical vapor deposition (APCVD) with honeycomb lattice leads to extraordinary electrical conductivity (low resistivity, high mobility, and zero band gap) far beyond the other metals used as the front grid in solar cell. Also, its two-dimensional nature with extraordinary optical (transmittance $\sim 98\%$) property

allows more sunlit areas without shadowing. Thus, the idea of replacing the metal with graphene is also mentioned in this work.

СИСТЕМА ОСВЕЩЕНИЯ НА ОСНОВЕ ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МОДУЛЕЙ И ЭЛЕКТРОСЕТИ

Подколзин А.А.¹, Тихонов П.В.², Гостева Е.А.¹

**¹Национальный исследовательский технологический университет (НИТУ)
МИСиС, 119049, Россия, Москва, Ленинский проспект, д. 4.**

**²Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», 109456, Россия, г.**

Москва, 1-ый Вешняковский пр-д, д. 2.

E-mail: Druss-podd2010@yandex.ru

Данная работа проводилась для разработки энергосберегающей системы освещения на основе фотоэлектрических модулей (ФЭМ). Разработанная система применяется для освещения только в дневное время суток помещений с недостаточной освещенностью (например, офисы, коридоры, лестницы) и помещений, где в основном используется только искусственное освещение (например, птицефабрики, склады). При этом энергия для их работы вырабатывается от фотоэлектрических модулей, тем самым эффективно снижая энергопотребление. В случаях, когда генерации энергии от ФЭМ недостаточно для питания осветительных приборов, питание автоматически осуществляется от электросети общего назначения, обеспечивая бесперебойную работу светильников. В качестве нагрузки системы выступают светильники со светодиодными источниками света.

В данной работе были поставлены задачи в виде разработки системы и наглядной демонстрации ее работы с целью дальнейший доработок и исследований в данном направлении.

Отличительной чертой данной системы является отсутствие аккумуляторных батарей, что благоприятно сказывается на экономической составляющей всей системы, поскольку стоимость аккумуляторных батарей на сегодня все еще высока. Одним из преимуществ данной системы является ее простота, которая позволяет ее легко внедрять в существующую систему освещения. Кроме того, сложные системы зачастую обладают широким функционалом, но при этом и их стоимость также требует не малых финансовых вложений. Исходя из этого простые решения, осуществляющие основные возложенные на них функции, обладают важным преимуществом на пути к широкой интеграции, вдобавок к тому потребитель будет выигрывать в цене и надежности.

В настоящий момент для предприятий себестоимость электроэнергии, выработанной солнечными батареями в некоторых регионах, конкурирует с энергией от электросети обеспечивая более привлекательную стоимость. В этой связи разрабатываемые системы освещения помогут потребителю экономить на электроэнергии, снижая расходы на электроэнергию от общей сети.

LIGHTING SYSTEM BASED ON PARALLEL OPERATION OF PHOTOVOLTAIC MODULES AND ELECTRICITY GRID

Podkolzin A.¹, Tikhonov P.², Gosteva E.¹

¹National Research Technological University MISiS, 119049, Russia, Moscow, Leninsky Prospekt, 4.

**²Federal State Budget Scientific Institution «Federal Scientific Agroengineering Center VIM»», 109456, Russia, Moscow, 1st Proezd Veshnyakovsky, 2.
E-mail: Druss-podd2010@yandex.ru**

This work was carried out to develop an energy-efficient lighting system based on photovoltaic (PV) modules. The developed system is used for illumination only in the daytime of rooms with insufficient lighting (for example, offices, corridors, stairs) and rooms where mainly artificial lighting is used (for example, poultry farms, warehouses). At the same time, the energy for their operation is generated from photovoltaic modules, thereby effectively reducing energy consumption. In cases where the generation of energy from the PV modules is not enough to power the lighting devices, the power is automatically supplied from a general-purpose electrical network, ensuring the uninterrupted operation of the lamps. As a load of the system are lamps with LED light sources.

In this work, tasks were set in the form of developing a system and demonstrating its work in order to further refine and research in this direction.

A distinctive feature of this system is the lack of batteries, which favorably affects the economic component of the entire system, since the cost of batteries is still high today. One of the advantages of this system is its simplicity, which makes it easy to integrate into an existing lighting system. In addition, complex systems often have wide functionality, but at the same time their cost also requires not small financial investments. Based on this, simple solutions that implement the main functions assigned to them have an important advantage on the path to wide integration, in addition to that, the consumer will win in price and reliability.

Currently, for enterprises, the cost of electricity generated by solar panels in some regions competes with energy from the grid, providing a more attractive cost. In this regard, the lighting systems under development will help consumers save on electricity, reducing energy costs from the common network.

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МНОГОФАЗНЫХ ПОВЫШАЮЩИХ ИМПУЛЬСНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ В СОСТАВЕ СИЛОВЫХ УСТАНОВОК ДЛЯ ЗЕЛЕННОЙ АВИАЦИИ

Варюхин А.Н.², Малашин М.В.¹, Мошкунов С.И.¹, Хомич В.Ю.¹, Шершунова Е.А.¹

¹ Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт электрофизики и электроэнергетики РАН», г. Санкт-Петербург, Россия

² Центральный Институт Авиационного Моторостроения им. П.И. Баранова, г. Москва, Россия

E-mail: eshershunova@ieeras.ru

Сегодня все больше значение приобретает «зеленая авиация», принципы которой основаны на балансировке мощности и вредных выбросов в атмосферу. Существует несколько преимуществ электроэнергии по сравнению с энергией от двигателя

внутреннего сгорания: эффективность, надежность, низкая стоимость, низкое тепловыделение, низкий уровень шума, низкая вибрация и т. д. Электроэнергия может запасаться в аккумуляторных батареях, суперконденсаторах и в топливных элементах, вольтамперная характеристика которых нелинейна. При росте потребляемого тока из источника электроэнергии возникает проблема стабилизации напряжения на шине постоянного напряжения. Как правило, в авиации для этого применяют мощные импульсные повышающие преобразователи, а проблему сглаживания пульсаций выходного тока решают путем применения конденсаторов. Однако емкостные фильтры существенно увеличивают вес конструкции, что может стать критической проблемой на борту самолета.

Использование многофазных преобразователей имеет перспективу в авиационных электроустановках так как позволяет сократить габариты и массу фильтрующих конденсаторов в шинах постоянного напряжения. Использование многофазной схемы уже доказало свою эффективность при применении в понижающих низковольтных преобразователях. Одним из основных преимуществ понижающего преобразователя является улучшение его входных и выходных характеристик благодаря взаимной компенсации пульсаций тока при сложении входных и выходных токов отдельных фаз.

В работе проведено численное моделирование повышающего импульсного преобразователя показало заметное уменьшение как пульсаций выходного напряжения, так и тока от источника при использовании многофазной схемы (рис.1).

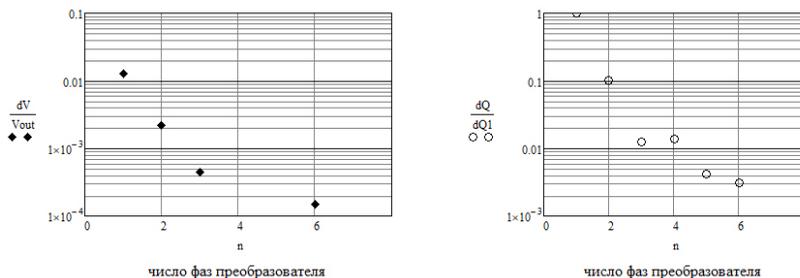


Рис.1 Зависимости величины пульсаций выходного напряжения и входного тока импульсного повышающего преобразователя от числа его фаз

Работа выполнена при поддержке Программы Президиума РАН № 7 "Новые разработки в перспективных направлениях энергетики, механики и робототехники».

ON THE USE OF MULTIPHASE BOOST CONVERTERS AS A PART OF POWER SYSTEM IN GREEN AVIATION

Varyukhin A.², Malashin M.¹, Moshkunov S.¹, Khomich V.¹, Shershunova E.¹
¹Institute for Electrophysics and Electric Power RAS, Saint-Petersburg, Russia
²Central Institute of Aviation Motors, Moscow, Russia
E-mail: eshershunova@ieeras.ru

Today green aviation based on balancing power and harmful emissions into the atmosphere is becoming increasingly important. There are several advantages of electricity compared to energy from an internal combustion engine: efficiency, reliability, low cost, low heat, low noise, low vibration, etc. Electricity can be stored in batteries, supercapacitors, and in fuel cells, but their current-voltage characteristics are not linear. There is an urgent need to stabilize the voltage on the DC bus with increasing the current consumption from the electric power source. As a rule, powerful boost converters are used in aviation for this purpose. The problem of smoothing the output current ripples is solved by using capacitors. However capacitive filters significantly increase the weight of the converter construction, what can become a critical problem for an aircraft.

The use of multiphase converters is promising way in aircraft electrical power systems as it allows to reduce the size and weight of filtering capacitors in DC buses. The use of a multiphase circuit has already proved its effectiveness when used in buck low-voltage converters. One of the main advantages of the multiphase buck converter is the improvement of its input and output characteristics due to the mutual compensation of current ripples when the input and output currents of the individual phases are combined.

The modeling of a pulse boost converter conducted in the work showed a noticeable decrease in both ripple of the output voltage and current from the source when using a multiphase circuit (Fig. 1).

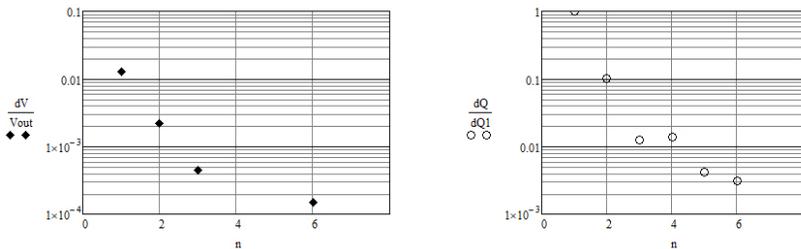


Fig. 1 Dependences of the ripples of the output voltage and the input current of the boost converter on the number of its phases

This work was supported by the Program of the Presidium of the Russian Academy of Sciences No. 7 "New developments in promising areas of energy, mechanics, and robotics."

СИСТЕМЫ УСКОРЕНИЯ ЭЛЕКТРОГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ПОТОКОВ НА ОСНОВЕ РАЗГОННОГО ОБЪЕМНОГО КАСКАДИРОВАНИЯ

Ребров И.Е.

Институт электрофизики и электроэнергетики РАН, Санкт-Петербург, Россия

E-mail: rbrv.igor@gmail.com

В работе исследуются системы ускорения электрогидродинамических потоков на основе разгонного объемного каскадирования путем синхронизации движения ионов с полярностью ускоряющих электродов, а также системы каскадного ускорения с большим количеством плазменных эмиттеров и коллекторов в качестве традиционно применяемых аналогов [1, 2].

Для реализации каскадного объёмного ускорения нами создана экспериментальная установка, включающая: Высоковольтный источник питания (ИП) Spellman SL2000 подключен через токоограничивающий резистор R номиналом 100 кΩ к нескольким плазменным эмиттерам (ПЭ) и входу высоковольтного коммутатора, формирующего прямоугольные импульсы (ВГПИ). Напряжение на нем плавно регулировалось от 0 до 8 кВ и контролировалось через высоковольтный щуп мультететром V. Ток разряда измерялся микроамперметром А1.

Скважность прямоугольного сигнала, частота следования импульсов регулировалась задающим генератором ЗГ. Высоковольтные ключи Sw1, Sw2 рассчитаны на рабочее напряжение свыше 10кВ и состоят из 8 модулей последовательно соединенных IGBT без специальных цепей выравнивания, что сокращает потери при работе на высоких частотах следования и позволят открывать или закрывать его за время менее 100 нс. При принудительном охлаждении транзисторов была достигнута работа с частотами повторения 60 кГц. По результатам исследования двухсекционного разгонного модуля получен проскок ионов до 70% при скважности $D=0.1$. В резонансных режимах работы такая схема позволит повысить эффективность работы устройств формирования ЭГД потоков на 30-70%. Такие системы могут применяться для повышения электрогидродинамических БЛА [3, 4].

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ 17-08-01409 А.

Литература

1. Kashin A.V., Khomich V.Y., Rebrov I.E. Investigation of multistage electrode systems for increasing electrohydrodynamic flow velocity // 14th CMM. Tomsk, Russia, 2018. Vol. 1. P. 266–266.
2. Aleshin B.S. et al. A Multidischarge Actuator System for Power Electrohydrodynamic Action on the Boundary Layer of Aerohydrodynamic Surfaces // Technical Physics Letters. 2017. Vol. 43, № 1. P. 64–66.
3. Khomich V.Yu., Rebrov I.E. In-atmosphere electrohydrodynamic propulsion aircraft with wireless supply onboard // Journal of Electrostatics. 2018. Vol. 95. P. 1–12.
4. Dremin D.V., Khomich V.Y., Rebrov I.E. Thrust and thrust-to-power ratio in electrohydrodynamic propulsion electrode systems // Journal of Physics: Conference Series. 2017. Vol. 927. P. 012015.

SYSTEMS OF ELECTROHYDRODYNAMIC FLOWS FORMATION BASED ON CASCADE VOLUME ACCELERATION

Rebrov I.

Institute of Electrophysics and Electric Power RAS, Saint-Petersburg, Russia

E-mail: rbrv.igor@gmail.com

In this work, we study the systems for accelerating electrohydrodynamic flows based on cascade volume acceleration by synchronizing the movement of ions with the polarity of accelerating electrodes, as well as systems with a large number of plasma emitters and collectors as traditionally used analogues [1, 2].

To implement cascade volume acceleration, we created an experimental setup, which includes: Spellman SL2000 high-voltage power supply (PI) connected through a current-limiting resistor R with a nominal value of 100 k Ω to several plasma emitters (PE) and the input of a high-voltage switch generating rectangular pulses (VGPI). The voltage across it was continuously regulated from 0 to 8 kV and was controlled through a high-voltage probe with a multimeter V . The discharge current was measured with an A1 microammeter.

The duty cycle of a rectangular signal, the pulse repetition rate was regulated by a master oscillator of the ZG. High-voltage switches $Sw1$, $Sw2$ are designed for an operating voltage of more than 10 kV and consist of 8 modules connected in series by IGBT without special equalization circuits, which reduces losses during operation at high repetition frequencies and will allow opening or closing it in less than 100 ns. With forced cooling of the transistors, work was achieved with repetition frequencies of 60 kHz. Based on the results of a study of a two-section booster module, an ion slip of up to 70% was obtained at a duty cycle of $D = 0.1$. In resonant operating modes, such a scheme will improve the efficiency of devices for the formation of EHD flows by 30-70%. Such systems can be used to increase electrohydrodynamic UAVs [3,4].

This work was supported by the RFBR 17-08-01409 A.

References

1. Kashin A.V., Khomich V.Y., Rebrov I.E. Investigation of multistage electrode systems for increasing electrohydrodynamic flow velocity // 14th CMM. Tomsk, Russia, 2018. Vol. 1. P. 266–266.
2. Aleshin B.S. et al. A Multidischarge Actuator System for Power Electrohydrodynamic Action on the Boundary Layer of Aerohydrodynamic Surfaces // Technical Physics Letters. 2017. Vol. 43, № 1. P. 64–66.
3. Khomich V.Yu., Rebrov I.E. In-atmosphere electrohydrodynamic propulsion aircraft with wireless supply onboard // Journal of Electrostatics. 2018. Vol. 95. P. 1–12.
4. Dremin D.V., Khomich V.Y., Rebrov I.E. Thrust and thrust-to-power ratio in electrohydrodynamic propulsion electrode systems // Journal of Physics: Conference Series. 2017. Vol. 927. P. 012015.

ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАРЯДА ПО ПОВЕРХНОСТИ КАК КЛЮЧЕВОЙ ПРОЦЕСС ФОРМИРОВАНИЯ ОБЪЕМНОЙ ФОРМЫ ГОРЕНИЯ БАРЬЕРНОГО РАЗРЯДА

Малашин М.В.

ИЭЭ РАН, Санкт-Петербург, Россия

E-mail: m_malashin@mail.ru

Электрический разряд в газе, который ограничен в своем развитии присутствием диэлектрического материала называется диэлектрическим барьерным разрядом (ДБР), и рассматривается как перспективный инструмент на основе неравновесной плазмы. Для различных плазменных применений необходимы разные режимы горения ДБР.

Традиционно используемые источники энергии с синусоидальной формой напряжения обеспечивают достаточно медленное изменение поля в разрядном промежутке по сравнению со временем размножения электронов в лавине (единицы наносекунд). Следовательно, развитие лавин происходит при низких значениях приведенного электрического поля и, следовательно, функция распределения энергии электронов смещена в область низких энергий. Импульсные генераторы высокого напряжения позволяют достигать высоких скоростей нарастания поля в разрядном промежутке. Оказывая влияние на процесс формирования разряда это позволяет получать объемную форму ДБР без использования предионизации даже в таких газах, как воздух атмосферного давления, тогда как долгое время считалось, что ДБР в воздухе может быть реализован только в мультисканальном режиме вследствие электроотрицательности кислорода.

Совокупность экспериментальных исследований, выполненных автором совместно с анализом работ коллег по всему миру, и применение известных моделей развития газового разряда позволяют предложить модель формирования объемной формы горения наносекундного ДБР. Согласно модели, этап распределения электрического заряда по поверхности диэлектрического барьера является критическим фактором для формирования объемного ДБР. Заряд первичных электронных лавин распространяется по поверхности барьера. Это делает возможным перекрытие центров инициирования стримерного механизма ионизации и приводит к формированию единой ионизационной волны, распространяющейся по направлению к отрицательному электроду. Результаты экспериментов с конверсией метана в ДБР показывают линейный выход продуктов реакции от средней мощности, подаваемой в разряд, не зависящий от режима горения. Последнее не противоречит предложенной модели ДБР и открывает поле для экспериментов, ориентированных на минимизацию вклада стадии образования ДБР, отвечающей переносу заряда по проводящему каналу, следующую за стримерным пробоем. Это позволило бы уменьшить рассеивание энергии электрического поля на колебательный и вращательный молекулярные уровни или просто уменьшить нагрев газовой среды.

Работа выполнена при поддержке программы фундаментальных исследований президиума РАН №7 «Фундаментальные исследования физико-технических проблем энергетики».

SURFACE CHARGE DISTRIBUTION AS KEY PROCESS FOR VOLUME MODE OF NANOSECOND DIELECTRIC BARRIER DISCHARGE FORMATION

Malashin M.

**Institute for Electrophysics and Electric Power, Russian Academy of Sciences,
191186, Russia, Saint Petersburg, Dvortsovaya nab., 18
E-mail: m_malashin@mail.ru**

The electric discharge through a gas media which restricted in it's development by presence of dielectric material across electric field direction is named dielectric barrier discharge (DBD), and it is concerned as promising tool for non-thermal plasma applications. For various plasma applications the different modes of DBD are needed.

The conventionally used sine-wave power sources provide slow enough field change in discharge gap compare to time of electron multiplication in an avalanche (which of nanosecond time is). Hence, avalanches development acts in lowest values of reduced electric field (REF) and consequently function of electron energy distribution shifted in low energies region. The high voltage pulse power generators allow to reach fast enough field rising rate across discharge gap. It can influence on DBD formation and allows to obtain volume DBD mode with no preionization use even in such gases like an atmospheric pressure air, whereas long time it was widely thought that DBD in air can be realized only in multi-filament mode due to oxygen electronegativity.

The set of experimental researches performed by author together with analysis of he's colleagues around world, and application of well-known models of gas discharge development allow to propose model of volume nanosecond DBD formation. According to the model, the stage of electric charge distribution across the dielectric barrier surface is critical factor for volume DBD formation. The primary electron avalanches charge spread across the barrier surface. It makes possible the streamer initiation centers overlap and form the united ionization wave which propagates toward a temporally negative electrode.

Nevertheless, experiment results with practical DBD application as a tool for methane conversion under atmospheric pressure and room temperature demonstrates linear yield function from mean power deposited into discharge, and does not depend on discharge mode. The last fact does not contradict proposed model of DBD development and opens field for experiments oriented onto minimization or transformation one of volume occurred DBD formation stage which corresponds to charge transfer through conductive channel appeared after streamer stage of gas breakdown. Minimization of charge transfer stage of DBD could be reduce dissipation of electric field energy into vibrational and rotational molecular levels or simply reduce heating of gas media. The outlook consists in more effective gas media heating (if it is needed for gas molecules collision frequency increasing) from external sources whereas DBD act as source of high energy electrons that more effective excitation of electronic levels of gas molecules.

The work was supported by the Presidium of the Russian Academy of Sciences (the Basic Research Program No.7 "Fundamental research of physical-technical problems of Power Engineering").

КОМБИНИРОВАННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПАРЦИАЛЬНОГО ОКИСЛЕНИЯ ПРИРОДНОГО ГАЗА

Маланичев В.Е., Малашин М.В.
ИЭЭ РАН, Санкт-Петербург, Россия
E-mail: VEMalanichev@ieeras.ru

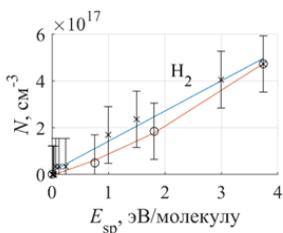
Был проведен ряд научных изысканий, в процессе которых исследовалась комбинированная технология частичного окисления природного газа для получения смеси молекулярного водорода и монооксид углерода (синтез-газа). Для этих исследований был создан специальный экспериментальный стенд, включающий в себя плазмохимический реактор. Такая технология представляет собой следующее. Сначала природный газ поступает в область обработки барьерным разрядом. В процессе обработки нарабатываются химически активные радикалы. Далее обработанный газ поступает в область частичного окисления, где он окисляется кислородом воздуха. Химический состав газа на выходе из реактора анализировался с помощью газового хроматографа и квадрупольного масс-спектрометра.

В таблице приведены результаты исследований. Видно, что при комбинированном режиме количество синтез-газа на выходе из реактора больше чем в случае без предварительной обработки природного газа барьерным разрядом, а количество остаточного кислорода и углекислого газа меньше.

Результаты анализа состава газа

	Исходный состав газа	Комбинированный режим	Режим без предварительной обработки
O ₂ , % об.	17.5±0.1	2.3±0.4	2.2±0.6
CH ₄ , % об.	12.3±0.4	0.0	0.0
CO ₂ , % об.	0.1±0.1	7.3±0.5	6.7±0.3
CO, % об.	0.0	5.2±0.4	6.0±0.4
H ₂ , % об.	0.0	5.5±0.4	6.3±0.4

Для оптимизации электрофизических характеристик, было проведено исследование, в процессе которого второй этап обработки (частичное окисление) был исключен.



Зависимость концентрации водорода от величины удельного энерговклада

Исследовалось воздействие барьерного разряда на природный газ. В процессе экспериментов изменялся средний удельный энерговклад в разряд (от 0 до 3.75 эВ/молекулы) при разных режимах горения разряда (см. рис.). На рис.: x – значения при более однородном режиме; o – значения при менее однородном режиме; сплошные линии – результаты аппроксимации экспериментальных данных.

С помощью предложенной технологии был получен больший выход синтез-газа чем при классическом процессе частичного окисления.

Работа выполнена при поддержке Программы Президиума РАН № 7 «Новые разработки в перспективных направлениях энергетики, механики и робототехники».

COMBINED TECHNOLOGY OF NATURAL GAS PARTIAL OXIDATION

Malanichev V., Malashin M.
IEE RAS, Saint Petersburg, Russia
E-mail: VEMalanichev@ieeras.ru

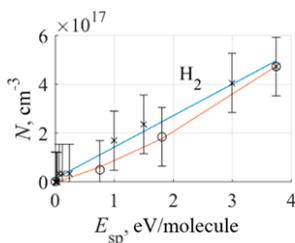
A number of scientific studies were carried out, during which the combined technology of natural gas partial oxidation was studied to obtain a mixture of molecular hydrogen and carbon monoxide (synthesis gas). For these studies, a special experimental stand was created, including a plasma-chemical reactor. This technology is as follows. At first, natural gas enters the processing area by a barrier discharge. During processing, reactive radicals are generated. Next, the treated gas enters the partial oxidation region, where it is oxidized by atmospheric oxygen. The chemical composition of the gas at the outlet of the reactor was analyzed using a gas chromatograph and a quadrupole mass spectrometer.

The table shows the research results. It is seen that in the combined mode, the amount of synthesis gas at the outlet of the reactor is greater than in the case without preliminary treatment of natural gas with a barrier discharge, and the amount of residual oxygen and carbon dioxide is less.

Gas composition analysis results

	The initial composition of the gas	Combined mode	Mode without preliminary treatment
O ₂ , % vol.	17.5±0.1	2.3±0.4	2.2±0.6
CH ₄ , % vol.	12.3±0.4	0.0	0.0
CO ₂ , % vol.	0.1±0.1	7.3±0.5	6.7±0.3
CO, % vol.	0.0	5.2±0.4	6.0±0.4
H ₂ , % vol.	0.0	5.5±0.4	6.3±0.4

To optimize the electrophysical characteristics, a study was conducted during which the



Dependence of hydrogen concentration on specific energy input

second stage of processing (partial oxidation) was excluded. The effect of a barrier discharge on natural gas was investigated. The effect of a barrier discharge on natural gas was studied. During the experiments, the average specific energy input into the discharge (from 0 to 3.75 eV/molecule) was varied for different modes of discharge burning (see Fig.). In Fig.: x - values in a more uniform mode; o - values in a less uniform mode; solid lines are the results of approximation of experimental data.

Using the proposed technology, a greater synthesis gas yield was obtained than with the classical partial oxidation process.

This work was supported by the Program of the

**РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПОЗИТНЫХ ЭЛЕКТРОДОВ НА ОСНОВЕ
ОКСИДОВ ПЕРЕХОДНЫХ МЕТАЛЛОВ ДЛЯ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ:
ПСЕВДОКОНДЕНСАТОРА И МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО ТОПЛИВНОГО
ЭЛЕМЕНТА**

**Иванова А.Г.¹, Масалович М.С.¹, Загребельный О.А.¹, Губанова Н.Н.^{1,2}, Панова
Г.Г.³, Галушко А.С.³, Шилова О.А.^{1,4,5}, Кручинина И.Ю.^{1,5}**

¹ИХС РАН, Санкт-Петербург

²НИЦ КИ ПИЯФ, Гатчина

³ФГБНУ АФИ, Санкт-Петербург

⁴СПБГТИ(ТУ), Санкт-Петербург

⁵СПбГЭТУ «ЛЭТИ», Санкт-Петербург

E-mail: agp-13@inbox.ru

Развитие электрохимических устройств, которые относятся к альтернативным источникам энергии, связано с использованием новейших технологий синтеза новых нано-, микрокомпозитных материалов. Разработка электроактивных композитных материалов на основе оксидов переходных металлов для энергонакопительных устройств псевдоконденсаторов (ПК), топливных элементов, в том числе микробиологических топливных элементов (МТЭ) является теоретически и практически значимой задачей. Перспективность применения оксидов переходных металлов (MnO₂, Fe₂O₃, Co₃O₄, Ni₂O₃, WO_{3-x} и др.) при разработке электроактивных материалов электродов связана с их отличными электрохимическими характеристиками: высокой удельной емкостью и скоростью заряда-разряда, высокой каталитической активностью и дешевизной, а также с технологичностью процесса их получения. Тем не менее, электроды на основе оксидов переходных металлов имеют низкую электрохимическую обратимость и высокую скорость саморазряда. Помимо этого, немаловажным фактором, влияющим на электрохимические свойства электродного материала, является его состав и условия синтеза электроактивного компонента.

В связи с этим в последнее время многочисленные исследовательские группы разрабатывают и совершенствуют технологию методов жидкофазного синтеза, изучают влияние состава и способа изготовления электродного материала на его электрохимические показатели [1-3].

В устном докладе будут представлены современное состояние и перспективы развития ПК и МТЭ с композитными электродами, а также результаты исследований [4-7] авторов доклада.

Работа выполнена при финансовой поддержки РФФИ, проект 17-03-01201 (код конкурса «а»)

1. Zhu G.Y, He Z., Chen J., Zhao J., Feng X.M. Et al. Nanoscale. 2014. Vol. 6. pp. 1079-1085.
2. J. Winfielda, I. Gajdaa, J. Greenmana, I. Ieropoulosa J. Bioresour Technol, V. 215, P. 296-303 (2016)

3. Yan J., Sumboja A., Wang X., Fu C.P. Et al. Small 2014. Vol. 10. pp. 3568-3578
4. O.A. Shilova, N.N. Gubanova, A.G. Ivanova, M.Y. Arsent'ev, V. A. Ukleev Russian Journal of Inorganic Chemistry 2017 62 (5) pp. 645-653 DOI 10.1134/S0036023617050230
5. Ivanova A.G., Masalovich M.S., Zagrebelnyy O.A., Kruchinina I.Yu., Shilova O.A. Problems of modern science and education 2018. № 13 (133), P.15-18, doi 10.20861/2304-2338-2018-133-004
6. Maria Masalovich, Et al Journal of Sol-Gel Science and Technology (2019) DOI: 10.1007/s10971-019-04977-6;
7. A.S. Galushko, A.G. Ivanova, M.S. Masalovich, O.A. Zagrebelnyy, G.G. Panova, I.Yu. Kruchinina, O.A. Shilova J. Ceram. Sci. Technol. Vol.8, № 4, P. 1-22 (2017)

**DEVELOPMENT AND INVESTIGATION OF COMPOSITE ELECTRODES BASED ON
TRANSITION METAL OXIDES FOR ELECTROCHEMICAL DEVICES:
PSEUDOCAPACITORS AND MICROBIOLOGICAL FUEL CELLS**

**Ivanova A.¹, Masalovich M.¹, Zagrebelny O.¹, Gubanova N.^{1,2}, Panova G.³,
Galushko A.³, Shilova O.^{1,4,5}, Kruchinina I.^{1,5}**

¹ **Grebenschikov Institute of Silicate Chemistry of Russian
Academy of Sciences, Saint-Petersburg, Russia**

² **Konstantinov Institute of Nuclear Physics, National Research Center of Kurchatov
Institute, Gatchina, Russia**

³ **Agrophysical Research Institute, Saint-Petersburg, Russia**

⁴ **Saint-Petersburg State Institute of Technology, Saint-
Petersburg, Russia**

⁵ **Saint Petersburg Electrotechnical University "LETI", Saint-
Petersburg, Russia**

E-mail: agp-13@inbox.ru

The development of electrochemical devices which belong to alternative sources of energy is associated with the use of the latest technologies of synthesis of new nano- and microcomposite materials. The development of electroactive composite materials based on transition metal oxides for energy storage devices such as pseudocapacitors (PCs), fuel cells and microbiological fuel cells (MFCs) in particular, is a theoretically and practically significant target. Oxides of transition metals (MnO₂, Fe₂O₃, Co₃O₄, Ni₂O₃, WO_{3-x} etc.) are prospective for the development of electroactive materials for electrodes owing to their excellent electrochemical characteristics: high specific capacity and charge-discharge rate, high catalytic activity and low cost as well as technological effectiveness of their synthesis. However, transition metal oxide electrodes have low electrochemical reversibility and a high self-discharge rate. In addition, important factors affecting electrochemical properties of an electrode material are its composition and the synthesis conditions of electroactive components.

Hence, numerous research groups have been recently developing and improving the technology of liquid-phase synthesis methods for the materials and studying the dependence of the composition and methods on their electrochemical properties [1-3].

The oral report will cover the current state and prospects of development of PCs and MFCs with composite electrodes, as well as results of studies [4-7] achieved by the authors of the report.

This research is supported by the Russian Foundation for Basic Research (RFBR) (grant 17-03-01201 A.

1. Zhu G.Y, He Z., Chen J., Zhao J., Feng X.M. Et al. *Nanoscale*. 2014. Vol. 6. pp. 1079-1085.
2. J. Winfielda, I. Gajdaa, J. Greenmana, I. Ieropouloua J. *Bioresour Technol*, V. 215, P. 296-303 (2016)
3. Yan J., Sumboja A., Wang X., Fu C.P. Et al. *Small* 2014. Vol. 10. pp. 3568-3578
4. O.A. Shilova, N.N. Gubanova, A.G. Ivanova, M.Y. Arsent'ev, V. A. Ukleev *Russian Journal of Inorganic Chemistry* 2017 62 (5) pp. 645-653 DOI 10.1134/S0036023617050230
5. Ivanova A.G., Masalovich M.S., Zagrebelnyy O.A., Kruchinina I.Yu., Shilova O.A. *Problems of modern science and education* 2018. № 13 (133), P.15-18, doi 10.20861/2304-2338-2018-133-004
6. Maria Masalovich, Et al *Journal of Sol-Gel Science and Technology* (2019) DOI: 10.1007/s10971-019-04977-6;
7. A.S. Galushko, A.G. Ivanova, M.S. Masalovich, O.A. Zagrebelnyy, G.G. Panova, I.Yu. Kruchinina, O.A. Shilova *J. Ceram. Sci. Technol.* Vol.8, № 4, P. 1-22 (2017)

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ОБЪЕКТОВ ГЕНЕРАЦИИ ЗА СЧЕТ ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ МУЛЬТИГЕНЕРАЦИИ

**Клименко А.В., Агабабов В.С., Борисова П.Н.
ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ», г. Москва, Россия
E-mail: agababovvs@yandex.ru**

Резко переменные сезонные и суточные графики потребления электроэнергии и тепла приводят к необходимости эксплуатации основного оборудования объектов генерации в режимах, отличающихся от номинальных, что приводит к понижению эффективности их работы и в итоге к повышению стоимости производства энергоносителей.

Один из возможных способов обеспечения работы основного оборудования ТЭС в режимах близких к номинальным в периоды «провалов» электрической и тепловой нагрузок – организация на электростанциях комплексов для совмещенной генерации, наряду с основными централизованно поставляемыми электроэнергией и теплом, также иных энергоносителей, необходимых потребителям для организации технологических процессов на промышленных предприятиях и использования в социальной сфере. Такими энергоносителями могут быть холод, сжатый воздух, сжиженный природный газ, водород, кислород, азот и другие. Выбор дополнительно производимых энергоносителей должен определяться характерными режимами работы электростанции и возможностями их реализации. Внедрение такого рода технических решений открывает достаточно новое для российской энергетики направление - мультигенерацию.

При анализе термодинамической эффективности установок, генерирующих энергию различных видов, традиционно используется эксергетический метод термодинамического анализа. Критерием эффективности в этом случае является эксергетический КПД. При оценке термодинамической эффективности системы энергоснабжения при переходе от раздельной к совмещенной генерации произведенных энергоносителей при использовании технологии мультигенерации принимается разность эксергетических КПД $\Delta\eta_e$ при совмещенной и раздельной генерациях.

В результате проведенного анализа получена формула для определения термодинамической эффективности систем энергоснабжения на базе технологии мультигенерации по сравнению с системами на базе раздельной генерации произведенных энергоносителей, анализ которой показывает, что эффект от использования совмещенной генерации по сравнению с раздельной определяется различиями удельных расходов топлива на производство электроэнергии, тепла и произведенных энергоносителей.

IMPROVING THE EFFICIENCY OF POWER GENERATION FACILITIES THROUGH THE ADOPTION OF MULTIGENERATION TECHNOLOGY

Klimenko A., Agababov V., Borisova P.
MPEI, Moscow, Russia
E-mail: agababovvs@yandex.ru

Abruptly variable seasonal and daily electricity and heat consumption schedules bring to the need of the main equipment operating in modes different from the nominal, which reduces their efficiency and increase the cost of energy production.

One of the possible ways to ensure the operation of the main equipment of the CHP in modes close to nominal during off-peak load periods is the organization of power plants for combined generation, along with the main centrally supplied electricity and heat, as well as other energy carriers necessary for consumers to organize technological processes in industrial enterprises and use in the social sphere. Such energy carriers can be cold, compressed air, liquefied natural gas, hydrogen, oxygen, nitrogen and others. The choice of additionally produced energy carriers should be determined by the characteristic modes of operation of the power plant and the possibilities of their implementation.

The introduction of such technical solutions opens up a new direction for the Russian energy sector - multigeneration.

The exergy method of thermodynamic analysis is traditionally used in the analysis of the thermodynamic efficiency of plants generating energy of various types. The criterion of efficiency in this case is exergy efficiency. When evaluating the thermodynamic efficiency of the power supply system during the transition from separate to combined generation of produced energy carrier accepted difference exergy efficiency $\Delta\eta_e$ at combined and separate generations.

In the result of the analysis obtained a formula to determine the thermodynamic efficiency of power supply systems based on the technology of multigeneration. The analysis of this formula shows that the effect of the use of combined generation in comparison with separate generation determined by the differences in specific fuel consumption for production of electricity, heat and produced energy carrier.

МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ПОЛИИМИДОВ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В ЭНЕРГЕТИКЕ

Егоров А.С., Иванов В.С., Богдановская М.В., Александрова Д.С., Иванов Е.В.
ФГУП «Институт химических реактивов и особо чистых химических веществ
Национального исследовательского центра «Курчатовский институт», Москва,
Россия
E-mail: egorov@irea.org.ru

Полиимидные материалы (Рисунок 1) обладают рядом уникальных свойств и эффективно применяются в электротехнике и радиоэлектронике, авиационной, ракетно-космической и в др. отраслях промышленности, так как могут существенно снизить вес и габариты изделия, повысить их надежность, удельную мощность и рабочую температуру.

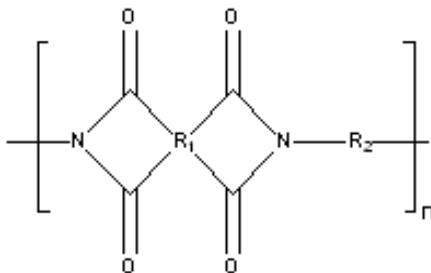


Рисунок 1. Элементарное звено полиимидной матрицы (R₁ и R₂ – как правило ароматические)

Наша лаборатория занимается разработкой различных материалов (лаков, пресс порошков, пленок, покрытий) на основе полиимидной матрицы с возможностью наполнения наноразмерными и наноструктурированными наполнителями, такими как: углеродные нанотрубки, графит, карбид кремния и др. Разрабатываемые полиимидные матрицы являются аналогами таких материалов как ПМ-1, ПМ-67, ПМ-69 (СССР), Kapton, Skybond 705, Vespel (США)

Материалы могут быть пригодны для создания защитных в том числе от электромагнитных излучений, покрытий; для создания различных изделий, методом прямого прессования при температуре 380–400°C и могут быть использованы в качестве связующих (матричных смол) для композиционных материалов.

Основные преимущества получаемых изделий является устойчивость на воздухе без потери свойств при в температурном диапазоне от -150°C до 500°C, высокая стойкость к кратковременному действию сверхвысоких температур, стойкость к длительному воздействию температур выше 250 °C, устойчивость при деформациях в том числе после длительного старения при повышенных температурах. Полиимидные материалы не подвергаются воздействию большинства растворителей, агрессивных сред, ионизирующего излучения.

POLYIMIDE – BASED MATERIALS FOR USE IN ENERGY INDUSTRY

Yegorov A., Ivanov V., Bogdanovskaya M., Aleksandrova D., Ivanov E.
FSUE «Institute of Chemical Reagents and High Purity Chemical Substances of
National Research Centre «Kurchatov Institute», Moscow, Russia
E-mail: egorov@irea.org.ru

Polyimide materials (Figure 1) have a number of unique properties and are effectively used in electrical engineering and radio electronics, aviation, space and other industries, as they can significantly reduce the weight and dimensions of the product, increase their reliability, specific power and operating temperature.

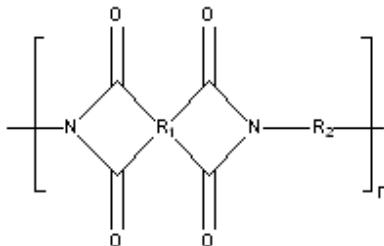


Figure 1. The elementary link of the polyimide matrix (R₁ and R₂ are usually aromatic)

We developed production technology of various materials (varnishes, press powders, films, coatings) based on a polyimide matrix with the possibility of filling with nanoscale and nanostructured fillers, such as: carbon nanotubes, graphite, silicon carbide, etc. The developed polyimide matrices are analogues of such materials as PM-1, PM-67, PM-69 (USSR), Kapton, Skybond 705, Vespel (USA).

Materials may be suitable for creating protective coatings, including electromagnetic radiation, to create various products by direct pressing at a temperature of 380-400°C and can be used as binders (matrix resins) for composite materials.

The main advantages of the materials are stability in air without loss of properties at a temperature range from -150 °C to 500 °C, high resistance to short-term action of super high temperatures, resistance to long-term exposure to temperatures above 250 °C, resistance to deformation, including after prolonged aging at elevated temperatures. Polyimide materials are not exposed to most solvents, aggressive media, ionizing radiation.

FER-ITMO-LETI COLLABORATION ON ARTIFICIAL ELECTROMAGNETIC STRUCTURES

¹Silvio Hrabar, ²Belov P., ³Kholodnyak D.

¹FER, Zagreb, Croatia

²ITMO, Saint Petersburg, Russia

³LETI, Saint Petersburg, Russia

E-mail: Silvio.Hrabar@fer.hr, belov@metalab.ifmo.ru,
Dmitry.Kholodnyak@mwwlab.spb.ru

One among the most active research areas in radiofrequency and optical engineering is a field of artificial electromagnetic structures [1]. Related applications span from miniaturized antennas, waveguides, and cavities to artificial electromagnetic surfaces for wave manipulation, lenses and even optical analog computers.

Faculty of Electrical Engineering (FER) (Croatia), National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics (ITMO) (Russia), and Electro Technical University (LETI) (Russia) have a long-standing and fruitful collaboration in this area. This talk will cover two recent examples of above-mentioned joint efforts and highlight some future research activities.

A first example deals with metatronic structures that attempt to bring a mature concept of electronics to the optical frequencies [2]. Briefly, a conduction current (widely used in classical electronics) is replaced with a displacement current that is predominant in the optical regime. To this end, an ordinary metallic wire is replaced with so-called 'D-dot wire' that guides a time derivative of a flux of D vector. This basic concept was previously investigated experimentally at FER [3]. Recently, in the frame of FER-ITMO collaboration, we extended above concept to the magnetic field by introduction of a 'B-dot wire'. After initial analytical and numerical investigation, we designed a scaled prototype of several 'B-dot-based' networks. A near-field scanning of magnetic field (performed at ITMO) revealed behavior that is fully consistent with simulations. Achieved results could lead to the novel type of antennas based on magnetic currents

A second example investigates feasibility of use of non-Foster elements in impedance inverters for RF filtering structures [4]. As an example, a stable band-pass non-Foster capacitor, that suppresses occurrence of an unstable DC pole, was developed at FER [4]. Currently, we are using it as a basic element of T-type of broadband impedance inverter, previously anticipated by LETI group. Preliminary results have shown possible to construct a stable impedance inverter than operates within a bandwidth of two octaves. In the next step, we plan to use a band-pass negative capacitor in recently proposed time-varying systems for accumulation of a large amount of energy [5].

In the future, we envisage exchange of several PhD students and postdocs, working in this area in Zagreb and Saint Petersburg. We also plan to extend the FER-ITMO and FER-LETI collaboration to several other groups and apply for joint EU funding. This will lead to the first European project in the field of active EM structures.

References:

1. S. Tretyakov, A. Urbas, N. Zheludev, 'The century of metamaterials', Journal of Optics, Volume 19, Number 8, 2017
2. N. Engheta, 'Circuits with light at nanoscales: Optical nanocircuits inspired by metamaterials. Science, No 317, 2007
3. B. Okorn, S. Hrabar, J. Sancho-Parramon, A. Peric, 'Streamlined flow of displacement current...', 2016, Proc on Metamaterials 2016

4. Hrubar, 'First ten years of active metamaterial structures with 'negative' elements' EPJ Applied Metamaterials Journal, vol. 5, no. 9, 2018
5. M. S. Mirmoosa, G. A. Ptitsy, V. S. Asadchy, and S. Tretyakov, 'Time-varying reactive elements ...', Phys. Rev. Appl., vol. 11, no. 1, pp. 014 024:1–10, Jan. 2019

**СЕКЦИЯ 3 : ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ. /
SECTION 3 : INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES.**

**ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ФОРМИРОВАНИИ
ПОЛОЖИТЕЛЬНОГО ОБРАЗА РОССИЙСКОЙ АГРАРНОЙ НАУКИ И ПРАКТИКИ**

Душкина М.Р.

Московский государственный психолого-педагогический университет

E-mail: dush.mr.2019@gmail.com

Россия исторически всегда была не только научно-индустриальной, но и великой аграрной державой и сегодня она снова выходит на передовые рубежи в этом направлении развития. Властными структурами, сельхозпроизводителями, учеными-аграриями и специалистами из смежных областей науки и практики РФ ведется активная и последовательная работа по возвращению утраченных позиций и выходу в лидеры международного рынка [2]. В этих условиях особенно важным становится формирование положительного образа российской сельскохозяйственной науки, равно как и информирование потенциальных инвесторов о результатах научных исследований и научно-практических разработок. Какие бы титанические усилия ни прикладывали производители, как бы их ни поддерживало государство, без продвижения, пропаганды их достижений и успехов на этой почве, без создания положительного имиджа аграрной отрасли России в глазах широкой общественности, в том числе, международной, привлечение инвестиций в этот перспективный реальный сектор экономики невозможно.

А потому к программам развития данной отрасли должны подключаться и специалисты междисциплинарных направлений, в частности, маркетологи, рекламисты, профессионалы в области связей с общественностью, чьей важной задачей становится разработка системы продвижения, маркетинговых коммуникаций, способных позитивизировать образ российской аграрной науки и практики. Причем, речь идет о в позитивном восприятии как широкой аудитории, так и целевой группы потенциальных инвесторов, готовых сотрудничать с российскими аграриями, практиками, учеными, властями, предприятиями всех форм собственности. Фактически, мы говорим о создании и продвижении бренда «Россия высоких технологий - аграрная», о позиционировании современной РФ как успешной научно-технической и сельскохозяйственной страны, способной эффективно конкурировать с ведущими мировыми державами в этой области.

Только выстроив систему ИМК, проведя ребрендинг и рестайлинг, мы сумеем добиться привлечения серьезных бизнес-инвестиций, как иностранных, так и отечественных, в данную перспективную сферу деятельности. Эта цель тем более достижима, что речь не идет о создании нового бренда, ибо нам есть, на что опереться исторически, ведь как аграрная держава-экспортер, Россия имеет многовековую традицию, обновить которую, актуализировать, задача реальная и выполнимая. Нужно лишь привлекать к реализации междисциплинарные силы, от ученых-аграриев, биологов, биотехнологов, генетиков, селекционеров, почвоведов, агрономов, до историков и специалистов по маркетинговым коммуникациям, рекламе, связям с общественностью, брендингу. Только проектная работа команды профессионалов всегда дает требуемые стране и отрасли результаты [3].

Существенным моментом здесь является проведение широкомасштабных маркетинговых исследований рынка, потребительского и товарного, как отечественного, так и международного, причем, исследований не только количественных, но и качественных. Научно обоснованные методологически и методически, с использованием современного инструментария, разработанные и исполненные командой профессионалов из разных областей науки и практики, качественные маркетинговые исследования поведения потребителей: восприятия, предпочтений, ожиданий; экспертных оценок; наряду с конкурентным анализом и исследованиями рынка – способны послужить основой для разработки программы продвижения, комплекса интегрированных маркетинговых коммуникаций и PR-плана [1]. Привлечение инвестиций в перспективный сектор сельского хозяйства РФ, посредством маркетинга территорий и брендинга – задача первоочередной важности, участвовать в решении которой равно ответственно и почетно.

Литература

1. Душкина М.Р. PR и продвижение в маркетинге: коммуникации и воздействие, технологии и психология. СПб.: Питер, 2010. 560 с.

2. Госпрограмма развития сельского хозяйства на 2013 – 2020 годы. [Электронный ресурс] URL: <http://mcx.ru/activity/state-support/programs/program-2013-2020/> Дата обращения 11.08.2019

3. Рынок нано: от нанотехнологий к нанопродуктам // Азоев Г.Л., Афанасьев В.Я., Антонов В.Г., Алешина И.В., Балашов А.А., Белов С.С., Борисова М.К., Брагин Д.А., Дегтерев Д.А., Дегтерева Е.А., Душкина М.Р. и др. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. 320 с.

INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES IN THE FORMATION OF A POSITIVE IMAGE OF RUSSIAN AGRICULTURAL SCIENCE AND PRACTICE

Dushkina M.

Moscow State University of Psychology & Education

E-mail: dush.mr.2019@gmail.com

Historically, Russia has always been not only a scientific and industrial, but also a great agrarian power, and today it is again entering the frontiers in this direction of development. Power structures, agricultural producers, scientists, agrarians and specialists from related fields of science and practice of the Russian Federation are actively and consistently working to regain lost ground and become leaders in the international market [2]. Under these conditions, the formation of a positive image of Russian agricultural science, as well as informing potential investors about the results of scientific research and scientific and practical developments, becomes especially important. No matter what titanic efforts manufacturers make, no matter how they are supported by the state, without promotion, propaganda of their achievements and successes on this basis, without creating a positive image of the agricultural sector of Russia in the eyes of the general public, including international, attracting investment in this promising the real sector of the economy is impossible.

And therefore, interdisciplinary specialists should also be involved in the development programs of this industry, in particular, marketers, advertisers, and public relations professionals whose important task is to develop a system of promotion and marketing communications that can positively image the Russian agricultural science and practice.

Moreover, we are talking about the positive perception of both a wide audience and the target group of potential investors willing to cooperate with Russian farmers, practitioners, scientists, authorities, enterprises of all forms of ownership. In fact, we are talking about creating and promoting the brand "High-tech Russia - agrarian Russia", about positioning the modern RF as a successful scientific, technical and agricultural country, able to compete effectively with leading world powers in this area.

Only having built the IMC system, having carried out rebranding and restyling, will we be able to achieve the attraction of serious business investments, both foreign and domestic, in this promising area of activity. This goal is all the more achievable because we are not talking about creating a new brand, because we have something to rely on historically, because as an agrarian exporting power, Russia has a centuries-old tradition, to renew which, to actualize, is a realistic and feasible task. It is only necessary to involve interdisciplinary forces in the implementation, from agricultural scientists, biologists, biotechnologists, geneticists, breeders, soil scientists, agronomists, to historians and specialists in marketing communications, advertising, public relations, and branding. Only the design work of a team of professionals always gives the results required by the country and industry [3].

An essential point here is conducting large-scale marketing research of the market, consumer and commodity, both domestic and international, moreover, research not only quantitative, but also qualitative. Scientifically substantiated methodologically and methodologically, using modern tools, developed and executed by a team of professionals from various fields of science and practice, high-quality marketing research of consumer behavior: perceptions, preferences, expectations; expert evaluations; along with competitive analysis and market research, they can serve as the basis for developing a promotion program, a set of integrated marketing communications and a PR plan [1]. Attracting investment in the promising agricultural sector of the Russian Federation through territorial marketing and branding is a priority task, to participate in the solution of which is equally responsible and honorable.

References

1. Dushkina M.R. PR and promotion in marketing: communication and impact, technology and psychology. St. Petersburg: Peter, 2010. 560 p.
2. The state program for the development of agriculture for 2013 - 2020. [Electronic resource] URL: <http://mcx.ru/activity/state-support/programs/program-2013-2020/> (Accessed 11.08.2019).
3. The nano market: from nanotechnology to nanoproducts. Azoyev G.L., Afanasyev V.Ya., Antonov V.G., Aleshina I.V., Balashov A.A., Belov S.S., Borisova M. K., Bragin D.A., Degterev D.A., Degtereva E.A., Dushkina M.R. et al. Moscow: BINOM. Laboratory of Knowledge, 2011. 320 p.

ОБУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТЯМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ПРИЛОЖЕНИЙ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ

Корзун Д.Ж.

**Петрозаводский государственный университет (ПетрГУ), Петрозаводск, Россия
E-mail: dkorzun@cs.karelia.ru**

Наблюдаемая цифровизация общества и экономики подразумевает перевод в цифровой формат и использование данных из следующих трех "миров" [1]: а) информационный мир (накопленные человеком знания); б) физический мир (информация от "вещей" вокруг человека); в) социальный мир (общество и экспертные знания человека). Слияние данных из этих миров обеспечивается технологиями интернета вещей. Системы искусственного интеллекта обеспечивают извлечение информации из этих больших данных приводит к созданию цифровых сервисов, которые выполняют роль информационных ассистентов при решении человеком задач. Принятие решений на основе автоматически извлекаемой информации остается за человеком.

Подготовка кадров для разработки цифровых сервисов требует адаптации образовательных программ [2]. Рассматривается следующая концепция из четырех тематических модулей, отражаемых в профильных учебных дисциплинах образовательной программы.

Модуль 1. Мобильные технологии и повсеместные вычисления. Освоение в современных парадигм вычислений.

Модуль 2. Большие данные и интеллектуальный анализ данных. Освоение технологий мониторинга, сбора данных и извлечения информации.

Модуль 3. Интеллектуальные пространства. Освоение технологий организации совместного использования ресурсов вычислительной среды.

Модуль 4. Виртуальная и дополненная реальности. Освоение технологий цифровой виртуализация процессов решения задач.

Важным свойством является использование примеров из выполняемых научных проектов и разработок, на которых показываются как возможности применения, так и открытые проблемы, связанные с развитием технологий интернета вещей и искусственного интеллекта. В качестве референтных предлагается использовать следующие приложения интернета вещей: а) цифровые окружения совместной деятельности людей; б) задачи изучения культурного наследия и электронного туризма; в) мобильное здравоохранение и поддержка здорового образа жизни; г) промышленный Интернет.

Концепция исследуется на примере программы магистратуры "Прикладная математика и информатика" в ПетрГУ. Допускается обучение приглашенных студентов, когда профильные дисциплины осваиваются в рамках сезонных школ. Часть учебных элементов осваивается в рамках конференций в формате тренингов и хакатонов с привлечением внешних экспертов.

Доклад подготовлен в рамках реализации Программы развития опорного университета для ПетрГУ на 2017–2021 гг.

1. Korzun D., Balandina E., Kashevnik A., Balandin S., Viola F. Ambient Intelligence Services in IoT Environments: Emerging Research and Opportunities. IGI Global, 2019. 199p.

2. Корзун Д.Ж. Обучение возможностям Интернета вещей и искусственного интеллекта для задач развития цифрового общества и цифровой экономики // Материалы XVII открытой Всероссийской конференции «Преподавание информационных

EDUCATING THE OPPORTUNITIES OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR INTERNET OF THINGS APPLICATIONS

Korzun D.

Petrozavodsk State University (PetrSU), Petrozavodsk, Russia

E-mail: dkorzun@cs.karelia.ru

The observed digitalization of society and economy transforms the data from the following three "worlds" into digital format [1]: a) the information world (accumulated human knowledge); b) the physical world (information from "things" around people); c) the social world (society and human expertise). Data fusion of these worlds is supported by Internet of Things (IoT). Artificial intelligence (AI) supports information extraction from these big data and construction of digital services that act as information assistants in task solving by human. Nevertheless, human is responsible for final decision making based on the automatically extracted information.

Training high-quality specialists in digital services development requires adaptation of educational programs [2]. The following concept of four thematic modules is considered to profile the IoT- and AI-related study disciplines.

Module 1. Mobile Technology and Ubiquitous Computing. Mastering in modern computing paradigms (e.g., cloud, fog, and edge computing).

Module 2. Big Data and Data Mining. Mastering in system monitoring, data collection, and information extraction (e.g., data fusion and knowledge reasoning).

Module 3. Smart Spaces. Mastering in system engineering for distributed resource sharing in edge computing environments (e.g., cooperative service construction).

Module 4. Virtual and Augmented Reality. Mastering in digital process virtualization (e.g., making a physical object interactive to the user).

An important property is the use cases from ongoing research and development projects to show both the new possibilities and open problems of applying AI to IoT. We consider the following IoT applications: a) digital collaborative work environments; b) services for cultural heritage studies and e-tourism; c) mobile healthcare and wellbeing; d) Industrial Internet (smart factory, Industry 4.0).

The concept is applied to the MSc educational program "Applied Mathematics and Computer Science" in PetrSU. Invited students are allowed; they are mastering in the core subjects during seasonal schools. Some training elements are mastered based on conference work in trainings and hackathons.

The work is implemented within the Government Program of Flagship University Development for Petrozavodsk State University (PetrSU) in 2017–2021.

1. Korzun D., Balandina E., Kashevnik A., Balandin S., Viola F. Ambient Intelligence Services in IoT Environments: Emerging Research and Opportunities. IGI Global, 2019. 199p.

2. Korzun D. Educating the Internet of Things and Artificial Intelligence for Needs of Digital Society and Digital Economy. In Proc. XVII Open all-Russian Conf. on Teaching Information Technology in Russian Federation, 2019. pp. 162-164.

МОДЕЛИ И ПОДХОДЫ К РАСЧЁТУ МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ИЗДЕЛИЙ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ

Привалов А.Н., Богатырева Ю.И.

Тульский государственный педагогический университет им. Л.Н. Толстого, г. Тула, Россия

E-mail: Privalov.61@mail.ru

В ТГПУ им. Л.Н. Толстого выполняется прикладная научно-исследовательская работа по теме «Разработка прототипа инженерного программного обеспечения (ИПО) на основе высокопроизводительных вычислений для оценки механических характеристик изделия изготовленного с использованием аддитивных технологий (методом селективного лазерного спекания) с учетом стратегии изготовления изделия», в рамках которой разрабатывается специальное программное обеспечение.

Актуальность темы определяется тем фактором, что в условиях перехода к цифровой экономики процессы анализа прочностных характеристик материалов возможно осуществлять на основе компьютерного моделирования.

Среди основных трендов развития индустриальных технологий настоящего период развития общества на первом месте стоит запуск следующего инновационно-технологического цикла на основе революции в проектировании и организации производственных процессов и перехода к новым материалам. Особую роль в последнее время играют материалы, получаемые при использовании аддитивных технологий. Это новый класс материалов, изготавливаемых из смеси различных металлических порошков методами 3D лазерного спекания и (или) 3D печати. В настоящее время одна из аддитивных технологий - технология селективного лазерного спекания (СЛС) получила широкое распространение по всему миру благодаря способности производить функциональные детали сложной геометрической формы. Хотя изначально технология создавалась для быстрого прототипирования, в последнее время СЛС применяется для мелкосерийного производства готовых изделий.

Основной задачей программного обеспечения является расчёт прочностных характеристик изготавливаемых металлических деталей на этапе их проектирования. В основе расчёта применены современные математические методы расчета, использующие параллельные вычисления для существенного увеличения скорости и точности расчета, что будет являться уникальным конкурентным преимуществом по сравнению с конкурентными аналогами. Инструментом распараллеливания решения задач методом конечных элементов является технология MPI. В случае технологии MPI необходимо разрабатывать алгоритм распараллеливания вычислительных процессов для программирования метода конечных элементов таким образом, чтобы представить решение задачи в виде совместного действия нескольких независимых процессов с независимыми данными.

Работа выполнена в рамках реализации ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы» по теме: «Разработка прототипа инженерного программного обеспечения на основе высокопроизводительных вычислений для оценки механических характеристик изделия, изготовленного с использованием аддитивных технологий (методом селективного лазерного спекания) с учетом стратегии изготовления изделия» (уникальный идентификатор проекта RFMEFI57717X0271).

MODELS AND APPROACHES TO THE CALCULATION OF MECHANICAL CHARACTERISTICS OF ADDITIVE TECHNOLOGY PRODUCTS USING PARALLEL COMPUTATIONS

Privalov A., Bogatyreva Yu.
Tula State Pedagogical University named after L.N. Tolstoy, Tula, Russia
E-mail: Privalov.61@mail.ru

In Tula State Lev Tolstoy Pedagogical University is carrying out applied research on the topic "Development of a prototype of engineering software (IPO) based on high-performance computing to assess the mechanical characteristics of a product manufactured using additive technologies (selective laser sintering), taking into account the manufacturing strategy of the product", within the framework of which a special software.

The relevance of the topic is determined by the factor that in the transition to the digital economy, the analysis of the strength characteristics of materials can be carried out on the basis of computer modeling.

Among the main trends in the development of industrial technologies of the current period of development of society, in the first place is the launch of the next innovative technological cycle based on a revolution in the design and organization of production processes and the transition to new materials. A special role has recently been played by materials obtained using additive technologies. This is a new class of materials made from a mixture of various metal powders using 3D laser sintering and / or 3D printing. Currently, one of the additive technologies - selective laser sintering (SLS) technology has become widespread worldwide due to its ability to produce functional parts of complex geometric shapes. Although the technology was originally created for rapid prototyping, recently SLS is used for small-scale production of finished products.

The main objective of the software is to calculate the strength characteristics of the manufactured metal parts at the design stage. The calculation is based on modern mathematical calculation methods that use parallel calculations to significantly increase the speed and accuracy of the calculation, which will be a unique competitive advantage compared to competitive counterparts. The tool for parallelizing problem solving by the finite element method is MPI technology. In the case of MPI technology, it is necessary to develop an algorithm for parallelizing computational processes for programming the finite element method in such a way as to present the solution of the problem in the form of a joint action of several independent processes with independent data.

The work was carried out as part of the implementation of the federal target program "Research and Development in Priority Directions for the Development of the Russian Science and Technology Complex for 2014-2020" on the topic: "Development of a prototype of engineering software based on high-performance computing to evaluate the mechanical characteristics of a product manufactured using additive technologies (using the selective laser sintering method) taking into account the product manufacturing strategy "(unique project identifier RFMEFI57717X0271.

WEB-КВЕСТ - ИННОВАЦИЯ В ПЕДАГОГИЧЕСКОМ ОБРАЗОВАНИИ

Чалдышкина Н.Н.

ФГБОУ ВО «Марийский государственный университет», г.Йошкар-Ола, Россия

E-mail: chaldyshkina_n_n@mail.ru

На современном этапе важное внимание уделяется инновационным технологиям, позволяющим расширить возможности образовательного пространства, в том числе в процессе работы со студенческой молодежью в вузе. Влияние на социум Глобальной сети Интернет, как по содержательной насыщенности, так и по доступности, охвату аудитории и территории, а также по скорости соединения не имеет аналогов. Применение коммуникационных технологий в различных сферах деятельности становится привычным, в определенных случаях - необходимым. В данной связи актуальным становится направление использования потенциала виртуального пространства как образовательно-воспитательной интерактивной площадки [1, с.122].

В ходе реализации грантового проекта «С делами добрыми православными тропами!» (победитель Международного открытого грантового конкурса «Православная инициатива – 2017-2018», договор № 12-1601372) создан аудиовизуальный продукт - образовательный web-квест «Православные маршруты - для молодёжи Республики Марий Эл» с применением информационно-коммуникационных технологий. Он направлен на повышение интереса молодежи к социально-ответственному туризму по православным маршрутам (тропам), уточнение и закрепление знаний как участников проекта (студентов вуза), так и его благополучателей из числа маломобильных граждан с инвалидностью, на воспитание интереса и бережного отношения к религиозному и культурному наследию (Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2018611276 «Образовательный web-квест «Православные маршруты для молодежи Республики Марий Эл» Федеральной службы по интеллектуальной собственности от 29.01.2018 г., авторский коллектив – Н.Н. Чалдышкина, С.В. Кораблева, С.Б. Аскалонова, А.Д. Маматова) [2, с.97].

Назначение: познакомить со святыми местами православной культуры, развивать навыки компьютерной грамотности, умение самостоятельно осуществлять навигацию по разделам web-квеста, выполнять разнообразные задания, прослушивать голосовое сопровождение и пояснение виртуального путешествия, проверить вновь приобретенные знания с помощью тестовых заданий; воспитывать любовь к Родине и родному краю, формировать стремление к духовно-нравственному развитию и совершенствованию, углублению представлений о православной культуре.

Педагоги могут использовать его при организации занятий и самостоятельной работы, для проверки знаний, в процессе дистанционного обучения. Нами Web-квест был включен в образовательный процесс 4 факультетов МарГУ по дисциплинам «Основы духовно-нравственной культуры», «Методика преподавания курсов «Основы религиозных культур и светской этики», «Духовно-нравственная культура народов России»» (210 студентов 1 и 4 курсов очной и заочной форм обучения).

Список литературы:

1. Чалдышкина Н.Н. Педагогические потенциалы виртуальных социальных сетей в работе с детьми и молодежью / Н.Н. Чалдышкина // Известия Южного федерального университета. Педагогические науки. 2014. №3. С.119-127.
2. Чалдышкина Н.Н. Условия духовно-нравственного воспитания и развития студенческой молодежи (на примере реализации грантового проекта «С делами

WEB QUEST - THE INNOVATION IN PEDAGOGICAL EDUCATION

Chaldyshkina N.
Mari state university, Yoshkar-Ola, Russia
E-mail: chaldyshkina_n_n@mail.ru

At the present stage important attention is paid to the innovative technologies allowing to expand possibilities of educational space including in the course of work with student's youth in higher education institution. Influence on society of the Global Internet, both on substantial saturation, and on availability, coverage of audience and the territory and also on the speed of connection has no analogs. Use of communication technologies in various fields of activity becomes habitual, in certain cases - necessary. In this connection relevant is a direction of use of potential of virtual space as educational and educational interactive platform [1, page 122].

During implementation of the grant project "With Affairs by Kind Orthodox Tracks!" (the winner of the International open grant competition "Orthodox Initiative — 2017-2018", contract No. 12-1601372) the audiovisual product - educational web quest "Orthodox routes - for youth of the Republic of Mari El" with use of information and communication technologies is created. It is directed on increase in interest of youth in socially responsible tourism along orthodox routes (tracks), specification and fixing of knowledge as participants of the project (students of higher education institution), and his beneficiaries from among handicapped citizens with disability, to education of interest and careful attitude to religious and cultural heritage (The certificate on the state registration of the computer program No. 2018611276 "Educational web quest "Orthodox routes for youth of the Republic of Mari El" Federal Service for Intellectual Property of 29.01.2018, group of authors – N.N. Chaldyshkina, S.V. Korableva, S.B. Askalonova, A.D. Mamatova) [2, page 97].

Appointment: to acquaint with the holy sites of orthodox culture, to develop skills of computer literacy, ability to independently carry out navigation according to sections of web quest, to perform various tasks, to listen to voice maintenance and an explanation of a virtual travel, to check again acquired knowledge by means of test tasks; to cultivate love for the country and to the native land, to form aspiration to spiritual moral development and improvement, deepening of ideas of orthodox culture.

Teachers can use it at the organization of occupations and independent work, for an examination, in the course of distance learning. The Web quest was included by us in educational process of 4 faculties Mari state university on disciplines "Bases of spiritual and moral culture", "A technique of teaching the courses "Bases of Religious Cultures and Secular Ethics", "Spiritual and Moral Culture of the People of Russia"" (210 students of 1 and 4 courses of internal and correspondence forms of education).

List of references:

1. Chaldyshkina N.N. Pedagogical capacities of virtual social networks in work with children and youth / N.N. Chaldyshkina // News of the Southern federal university. Pedagogical sciences. 2014. No. 3. Page 119-127.

2. Chaldyshkina N.N. Conditions of spiritual and moral education and development of student's youth (on the example of implementation of the grant project "With Affairs by Kind

SAN (SMART AGRICULTURE NETWORK) AS DEVELOPMENT OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE TOOLS FOR ASSISTANCE IN AGRICULTURAL PRODUCTION - EXAMPLE OF OLIVE OIL PRODUCTION

Šikić Z, Kos T.

University of Zadar, Department of Ecology, Agronomy and Aquaculture, Zadar, Croatia

E-mail: zsikic@unizd.hr

The project SAN (Smart Agriculture Network), submitted by University of Zadar and Croatian company Elektrovina plus Ltd. to the Call for Proposals "Increasing the Development of New Products and Services arising from Research Development and Innovation Activities" (IRI), has been granted by the European Regional Development Fund (ERDF). Its fundamentals are research, innovation and technology transfer. Further technological advances in food production cannot be reflected solely in the development of new forms or the advancement of existing agricultural machinery, but as well in technological development which relies on the use of modern information and communication technologies. These challenges have already been discussed in a number of strategies and policies which are classified in the field of precision agriculture. Globally, the importance of "Smart Agriculture" methods in agricultural production is growing. According to the „Smart Agriculture Market - Global Forecast to 2022nd the value of that market globally will be \$ 11.23 billion with an average annual growth rate of about 13.27%. SAN project is a further step forward in the advancement of food production, especially in fruit and viticulture. The goal is to create a comprehensive technology platform that will allow the optimal amount of yield and to obtain the best possible quality, especially in those years in which the environmental conditions are challenging and good results could be obtained only by applying additional measures. The proposed system should also take into account the rational use of resources and the application of high environmental standards in production. A „SAN technology“, to be developed in the SAN project, will enable the application of knowledge from top experts in the production of appropriate cultures. The SAN smart agricultural network will be able to measure, monitor and analyze various abiotic and biotic impacts in food production that, depending on the type of crop, may have a negative impact on the quantity and/or the quality of the crop. The system will be able to give an early warning of the likelihood of a corresponding negative impact, well in advance of the adverse event itself. Thus preventative corrective actions should be taken to mitigate/eliminate the consequences. Corrective actions will be partially automated and will require less human labor. The goal of research activities is to create advanced analytical models and applications of artificial intelligence using neural networks. Based on previously collected data, these networks will be able to analyze the obtained data and then independently, with a high level of accuracy, precision and timeliness, propose and undertake corrective activities in food production. The level of accuracy, precision and timeliness increases regarding the amount of data collected. Initially, olive was selected as a culture, not only because of its traditional importance in the production of food in the Republic of Croatia, but also because of its specificity in the production process and the influence of abiotic and biotic factors on the quantity and quality of yield. A mobile smartphone application is being developed to integrate artificial intelligence into a functional

unit through the SAN laboratory, as a product it can help manufacturers make better and faster decisions. SAN technology will be applicable to other crops.

МОДЕЛИ ТЕКСТОВ И ТЕКСТОВЫХ КОЛЛЕКЦИЙ ДЛЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО ПОИСКА И АНАЛИЗА ИНФОРМАЦИИ

Крейнес М.Г.

ООО «БАЗИСНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ», Москва, Российская Федерация

E-mail: mkrf@yandex.ru

Рассмотрены математические модели, характеризующие семантику текстов и тематическую структуру текстовых коллекций. Представленные модели не используют априорных знаний о тематике, содержании и смысловом сочетании слов и отличаются от распространенных статистических и комбинаторных моделей (например, TF/IDF, word2vec, тематические модели) по исходным предположениям и вычислительной реализации формирования.

Модели текстов – матрицы слов с весовыми коэффициентами, учитывающие особенности текстов на естественных языках, в которых для тематики и содержания текстов важны редкие, частые и «обычные» слова. Модели текстовых коллекций – группы наборов тематически связанных слов с весами, причем тематическая связанность слов не задается априори, но определяется в зависимости от употребления слов в текстах коллекции. Модели текстов и текстовых коллекций позволили сформулировать математические модели количественного представления содержательного сходства текстов, тематической близости текстовых коллекций, ввести математические модели содержательной значимости и оригинальности текстов (в частности, научных текстов), алгоритмически реализовать вычислительный поиск содержательно сходных текстов и тематически близких коллекций, кластеризацию текстовых коллекций. Модели текстовых коллекций вычислительно формируются на основании моделей текстов, входящих в коллекции, и обеспечивают вычислительную категоризацию тестов в соответствии с определенной моделью тематической структуры коллекции.

Комплекс рассмотренных моделей реализован в информационной технологии КЛЮЧИ К ТЕКСТАМ и более 5 лет использован в промышленном режиме для ежедневного вычислительного формирования моделей текстов научно-технического характера, пополнения баз данных моделей и поиска содержательно похожих документов в базах данных накопленных моделей (всего в базах данных представлены модели более 2 500 000 текстов). Экспериментальные исследования технологии выполнялись на массиве русскоязычных научных публикаций 2009-2015 годов, насчитывающем около миллиона текстов (источник – elibrary.ru), на массиве публикаций в журнале Science на английском языке (более 160 000 статей) и на массиве русскоязычных газетных публикаций за период 1995-2003 годы (более 2 500 000 текстов).

Сочетание матричных моделей и сформированных на их основе показателей содержательной значимости и оригинальности текстов с данными библиометрии позволяет идентифицировать содержательно неоправданное, так называемое дружественное, цитирование, существенно искажающее важные для принятия решений наукOMETрические показатели.

Технология КЛЮЧИ К ТЕКСТАМ, реализуемая как распределенная вычислительная система, дает возможность текстам и текстовым коллекциям кратко и внятно «говорить» о своем содержании и тематике «собственным голосом» без помощи библиографов и рецензентов. Технология может использоваться для поиска, группировки и анализа новостных сообщений, публикаций СМИ, страниц интернет-сайтов и сайтов корпоративных сетей, для автоматической систематизации оцифрованных архивов и организации в них интеллектуального поиска.

THE TEXTS AND TEXTS' COLLECTIONS MODELS FOR INFORMATION RETRIEVAL AND ANALYSIS

Kreines M.
BaseTech Llc, Moscow, Russia
E-mail: mkrf@yandex.ru

Mathematical models characterizing the semantics of texts and the thematic structure of text collections are considered. The presented models do not use a priori knowledge about the subject, content and semantic combination of words and differ from the well known statistical and combinatorial models (for example, TF / IDF, word2vec, thematic models) by the initial assumptions, the computational implementation, the results and the possibilities of the applications.

Text models are word matrices with weighting coefficients. This take into account the features of texts in natural languages, in which rare, frequent and "ordinary" words are important for the subject and content of texts. Models of text collections are groups of sets of thematically related words with weights. It is essential that the thematic relatedness of words is not set a priori, but is determined depending on the use of words in the collection of the texts. Models of texts and text collections made it possible to formulate mathematical models for the quantitative representation of the semantic similarity of texts, thematic similarity of text collections, introduce mathematical models of the meaningfulness and originality of texts (in particular, scientific texts), algorithmically implement a computational search for semantically similar texts and thematically related collections, clustering text collections. Models of text collections are computed on the basis of models of texts included in the collection and provide computational categorization of texts in accordance with a specific model of the thematic structure of the collection. So the categorization of texts is adapted to the collection as it is, and uses no a priori ideas about possible thematic groups.

The complex of the considered models was implemented in information technology KEYS TO TEXTS and has been used in industrial mode for more than 5 years for daily computational formation of models of texts of a scientific and technical nature, updating databases of models and searching for semantically similar documents in databases of accumulated models (in total, models are presented in databases more than 2,500,000 texts). Experimental studies of the technology were carried out on an array of Russian-language scientific publications of 2009 - 2015, numbering about a million texts (source - elibrary.ru), on an array of publications in the journal Science in English (more than 160,000 articles) and on an array of Russian-language newspaper publications for the period 1995 - 2003 years (more than 2,500,000 texts).

The combination of matrix models and indicators of the meaningfulness and originality of texts formed on their basis with bibliometric data allows us to identify meaningfully

unjustified, so-called friendly, quotes that significantly distort scientometric indicators important for decision-making.

The KEYS TO TEXTS technology, implemented as a distributed parallel computing system, makes it possible for texts and text collections to briefly and clearly "talk" about their content and topics with their own voice without the help of bibliographers and reviewers. The technology can be used for search, grouping and analysis of news messages, media publications, pages of Internet sites and corporate network sites, for the automatic systematization of digitized archives and the organization of intellectual search in them.

REAL TIME DETECTION OF HUMANS AND SMALL OBJECTS FROM UAV IMAGES USING CNN

Gotovac S., Papić V.

University of Split, Faculty of electrical engineering, mechanical engineering and naval architecture, Split, Croatia
E-mail: sven.gotovac@fesb.hr

Detection of small objects and humans using aerial images taken with the unmanned aerial vehicles is a challenging task. Different kinds of environments, small numbers of pixels that represent the target, variable shapes and colors as well as lack of adequate image databases makes this research important and demanding. Applications of possible solutions can be used for border surveillance, search and rescue missions, firefighter support, environment protection etc.

During last years, our research group investigated several procedures and algorithms mainly for detecting the lost people for search and rescue missions. Some of the important topics are: image segmentation and filtering, feature detection, convolutional neural networks, image databases. In this presentation we will show some of the most successful methods and obtained results (precision, accuracy, speed,...) that were developed and applied. Also, ongoing research of the intelligent system for search and rescue will be presented and discussed as well as the ideas for the future improvement of current algorithms and detection results.

ИССЛЕДОВАНИЕ РАДИАЦИОННО-ИНДУЦИРОВАННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ В СПЕКТРАХ ДИФУЗНОГО И ЗЕРКАЛЬНОГО ОТРАЖЕНИЯ И ПОВЕРХНОСТНОЙ КРИСТАЛЛИЧНОСТИ ПОЛИТЕТРАФТОРЭТИЛЕНА

Полунин К.С.¹, Арсентьев М.А.², Рындя С.М.³, Смолянский А.С.¹

¹РХТУ им. Д.И. Менделеева, Москва, Российская Федерация

²ООО «МЕТАКЛЭЙ Исследования и Разработки», Москва, Российская Федерация

³НИЯУ МИФИ, Москва, Российская Федерация

E-mail: kpolunin62@gmail.com

Политетрафторэтилен (ПТФЭ) находит применение в качестве светоотражающего материала в различных оптических устройствах [1]. В процессе эксплуатации ПТФЭ может подвергаться воздействию различных видов излучений (вакуумное

ультрафиолетовое излучение, ионизирующие излучения и т.д.). Поэтому является актуальным совместное изучение радиационно-индуцированных изменений светоотражательных свойств и морфологии поверхности ПТФЭ.

В настоящем исследовании методами атомно-силовой микроскопии (АСМ) и спектроскопии диффузного и зеркального отражения было проведено изучение радиационно-индуцированных изменений закономерностей отражения света и поверхностной кристалличности политетрафторэтилена (ПТФЭ), подвергнутого воздействию гамма-излучения ^{60}Co при комнатной температуре, на воздухе, в интервале поглощённых доз от 0,1 до 25 кГр, при мощности дозы ~ 3 Гр/с.

Методом АСМ на поверхности ПТФЭ обнаружено образование и укрупнение многочисленных ламеллярно-структурированных сферолитов в результате гамма-облучения. С увеличением поглощённой дозы наблюдали увеличение толщины и слияние ламелей высотой до 10 нм с образованием фибрилл, которые далее превращались в сферолиты. Обнаруженные процессы радиационно-индуцированной кристаллизации в области доз менее 15 кГр. При этом был установлен рост среднеквадратичной шероховатости поверхности (RMS) ПТФЭ от 85 нм в случае исходного полимера до 126 нм в ПТФЭ, гамма-облученном до 0,1 кГр.

В области длин волн 200 – 800 нм зависимость интегральной интенсивности как диффузно, так и зеркально отражённого от поверхности ПТФЭ света от дозы является немонотонной: при дозе 0,1 кГр происходило значительное усиление отражения света. Дальнейший рост поглощённой дозы вплоть до 25 кГр сопровождался снижением интегральной интенсивности отражённого света, причём наиболее заметно интенсивность отражённого от поверхности ПТФЭ света уменьшалась в спектральном диапазоне 200 – 400 нм.

Полученные результаты объяснены в рамках модели спектрально-зависимого рассеяния света от шероховатой поверхности [1]. Обнаруженная корреляция между зависимостью от дозы для изменения интегральной интенсивности диффузной и зеркальной компонент отражённого света позволяет сделать вывод о радиационно-индуцированном усилении блеска поверхности ПТФЭ, что можно связать процессами образования и роста сферолитов.

Настоящее исследование было проведено при поддержке Российского Фонда Фундаментальных Исследований, проект № 17-07-00524. Работа выполнена с использованием оборудования Центра коллективного пользования НИЯУ МИФИ «Гетероструктурная СВЧ-электроника и физика широкозонных полупроводников».

Литература:

¹Xi Shao, Changyong Cao, Tung-Chang Liu // Spectral Dependent Degradation of the Solar Diffuser on Suomi-NPP VIIRS Due to Surface Roughness-Induced Rayleigh Scattering // Remote Sensing.–2016.–V. 8, No. 3.–254.–15 pages
DOI:10.3390/rs8030254.

THE STUDY OF RADIATION-INDUCED CHANGES IN THE SPECTRA OF THE DIFFUSE AND SPECULAR REFLECTION AND A SURFACE CRYSTALLINITY OF POLYTETRAFLUOROETHYLENE

Polunin K.¹, Arsenyev M.², Ryndya S.³, Smolyanskiy A.¹

¹D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russian Federation

²Ltd «МЕТАКЛЭЙ Исследования и Разработки», Moscow, Russian Federation

³NUNR MЭPhI, Moscow, Russian Federation

E-mail: kpolunin62@gmail.com

Polytetrafluoroethylene (PTFE) can be applied as a light-reflecting material in various optical devices [1]. During operation, PTFE can be exposed to various types of radiation (vacuum ultraviolet radiation, ionizing radiation, etc.). Therefore, a joint study of radiation-induced changes in light reflecting properties and surface morphology of PTFE is relevant.

In this study, the regularities of the radiation-induced changes in the light reflection and the surface crystallinity of polytetrafluoroethylene (PTFE) exposed to ⁶⁰Co gamma radiation at room temperature, in air, in the range of the absorbed doses from 0.1 to 25 kGy, at the dose rate of ~3 Gy/s has been explored by means of atomic force microscopy (AFM) as well as diffuse and specular reflection spectroscopy.

The formation and coarsening of numerous lamellar-structured spherulites as a result of gamma irradiation was detected by AFM on the surface of PTFE. An increase in thickness and fusion of lamellas up to 10 nm high were observed with an increase in the absorbed dose followed by the formation of fibrils, which then turned into spherulites. Observed processes of radiation-induced crystallization occurred most intensively in the dose interval from 0.1 to 15 kGy. An increase in the PTFE root mean square surface roughness (RMS) from 85 nm in the case of the initial polymer to 126 nm in PTFE gamma irradiated to 0.1 kGy was established in this case.

The dose dependence of the light integrated intensity in the wavelength range of 200 - 800 nm, both diffusely and specularly reflected from the surface of PTFE, is non-monotonic: a significant increase in light reflection occurred at a dose of 0.1 kGy. Further increase in the absorbed dose up to 25 kGy was accompanied by a decrease in the integrated intensity of the reflected light, and the most noticeable spectral changes of the intensity of light reflected from the surface of the PTFE have been observed in the spectral range of 200 - 400 nm.

These results were explained in the framework of a model of spectrally dependent Rayleigh scattering of light from a rough surface [1]. Observed correlation between the dose dependence for changing the integrated intensity of the diffuse and mirror components of the reflected light allows us to conclude that there is a radiation-induced increase in the brightness of the surface of PTFE, which can be related to the processes of formation and growth of spherulites.

This study was supported by the Russian Foundation for Basic Research, project No. 17-07-00524. The work was performed using the equipment of the Collective Use Center of the National Research Nuclear University MЭPhI "Heterostructured Microwave Electronics and Wide-gap Semiconductor Physics".

References

¹Xi Shao, Changyong Cao, Tung-Chang Liu // Spectral Dependent Degradation of the Solar Diffuser on Suomi-NPP VIIRS Due to Surface Roughness-Induced Rayleigh Scattering// Remote Sensing. - 2016. - V. 8, No. 3. - 254. - 15 pages
DOI:10.3390/rs8030254

МАГНИТНАЯ СТРУКТУРА МУЛЬТИФЕРРОИКОВ $\text{Bi}_{1-x}\text{La}_x\text{FeO}_3$ ПО ДАННЫМ ЯДЕРНО-РЕЗОНАНСНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ

Ткачёв А.В.¹, Гиппиус А.А.^{1,2}, Покатилов В.С.³, Макарова А.О.³, Журенко С.В.^{1,2}, Гервиц Н.Е.¹

¹ФИАН им. П.Н. Лебедева, 119991, Москва

²МГУ им. М.В. Ломоносова, 119991, Москва

³РТУ МИРЭА, 119454, Москва

E-mail: ngervits@gmail.com

Многие мультиферроики характеризуются магнитоэлектрическим эффектом, что позволяет влиять на магнитные свойства в таких соединениях электрическим полем, а на электрические, наоборот, магнитным. Такие материалы широко используются в спинтронике и хранении информации [1,2], поэтому исследование мультиферроиков является крайне актуальной задачей.

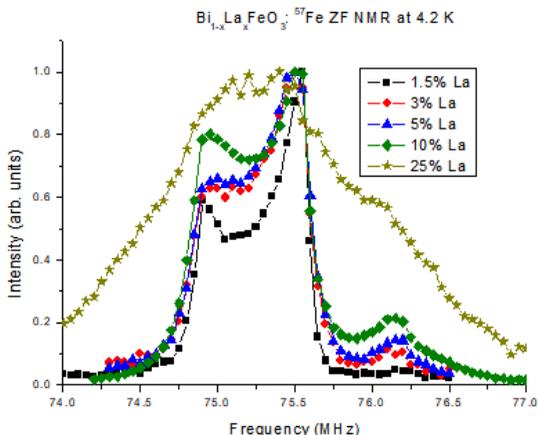
Ортоферрит висмута BiFeO_3 – известный мультиферроик с высокими температурами зарядового ($T_C = 850^\circ\text{C}$) и магнитного ($T_N = 370^\circ\text{C}$) упорядочения [3], демонстрирующий магнитоэлектрический эффект при комнатной температуре.

Введение в его структуру редкоземельных катионов, в частности, La^{3+} , позволяет тонко подстраивать параметры решетки и влиять на пространственную спин-модулированную структуру (ПСМС) вплоть до ее разрушения [4].

Целью данной работы является изучение влияния легирования La^{3+} на электронную, магнитную и кристаллическую структуру BiFeO_3 .

Все исследуемые образцы были получены методом твердофазного синтеза и были обогащены при синтезе стабильным изотопом $^{57}\text{Fe}_2\text{O}_3$. Рентгенографический анализ подтвердил ромбоэдрическую структуру для всех образцов и низкое содержание примесей (не более 4-5%).

Магнитные и электронные свойства были исследованы методами Мёссбауэровской и ЯМР-спектроскопии в диапазоне температур от 4.2 К до 300 К. Данные методы позволяют установить зависимость локальных полей и параметра ангармонизма от содержания La^{3+} и проследить эволюцию ПСМС с ростом замещения висмута на лантан.



Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ №17-02-00911 и №17-52-80036.

1. V.A. Khomchenko, J.A. Paixao, V.V. Shvartman, P. Borisov, Sci. Mater. 62, 238-241 (2010).

2. J. Ryu, S. Priya, K. Uchino, J. Electroceram. 8, 107-119 (2002).

3. S. Karimi, I. M. Reaney, I. Levin, and I. Sterianou, Appl. Phys. Lett. 94, 112903 (2009).

4. G.L. Yuan, S.W. Or, H.L.W. Chan, J. Phys. D 40, 1196 (2007).

MAGNETIC STRUCTURE OF $\text{Bi}_{1-x}\text{La}_x\text{FeO}_3$ MULTIFERROICS BY NUCLEAR RESONANCE SPECTROSCOPY

Tkachev A.¹, Gippius A.^{1,2}, Pokatilov V.³, Makarova A.³, Zhurenko S.^{1,2}, Gervits N.¹

¹ P.N. Lebedev Physical Institute, RAS, 119991, Moscow, Russia

² M.V. Lomonosov MSU, 119991, Moscow, Russia

³ RTU MIREA, 119454, Moscow, Russia

E-mail: ngervits@gmail.com

Most of multiferroics exhibit the magnetoelectric effect that allows one to influence the magnetic properties of a material by an electric field and vice versa the electrical properties by a magnetic field. Due to this effect such materials are widely used in such areas as spintronics and information storage systems [1,2]. Therefore the study of multiferroics is an extremely urgent task.

BiFeO_3 (bismuth orthoferrite) is a famous representative of multiferroics with high temperatures of charge ($T_C = 850^\circ\text{C}$) and magnetic ($T_N = 370^\circ\text{C}$) ordering [3], demonstrating magnetoelectric properties at room temperature.

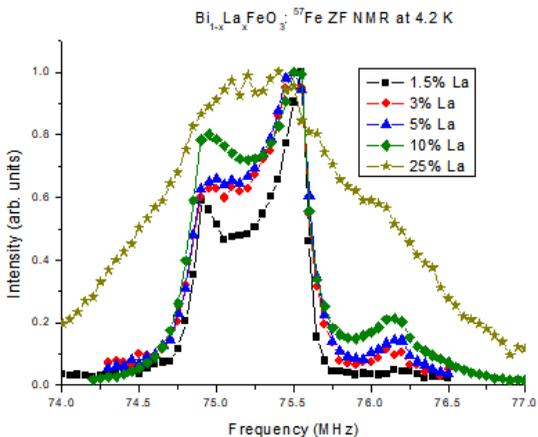
The introduction of rare-earth cations, for example La^{3+} , allows to adjust precisely the crystal lattice parameters and to influence the spatial spin-modulated structure (SSMS) up to its destruction [4].

The purpose of presented work is the study of the La^{3+} doping effect on the electronic, magnetic, and crystal structure of BiFeO_3 .

All the $\text{Bi}_{1-x}\text{La}_x\text{FeO}_3$ samples used in this work were prepared by solid-state ceramic technology and enriched with the stable $^{57}\text{Fe}_2\text{O}_3$ isotope during synthesis. The performed X-ray diffraction analysis confirmed the rhombohedral structure and high quality of the samples (less than 4-5% impurities).

Magnetic and electronic structure were studied by nuclear magnetic resonance and Mössbauer spectroscopy in the temperature range of 4.2 – 300

K. These methods provide information on the local field and anharmonicity parameter values depending on the La^{3+} content and make it possible to observe the evolution of SSMS caused by increase in the substitution of bismuth for lanthanum.



This work was supported by the RFBR grants #17-02-00911 and #17-52-80036.

1. V.A. Khomchenko, J.A. Paixao, V.V. Shvartman, P. Borisov, Sci. Mater. 62, 238-241 (2010).
2. J. Ryu, S. Priya, K. Uchino, J. Electroceram. 8, 107-119 (2002).
3. S. Karimi, I. M. Reaney, I. Levin, and I. Sterianou, Appl. Phys. Lett. 94, 112903 (2009).
4. G.L. Yuan, S.W. Or, H.L.W. Chan, J. Phys. D 40, 1196 (2007).

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СФЕРЕ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ

Кузьмин А.Г., Умаров М.Ф.

Вологодский государственный университет, г. Вологда, Россия

E-mail: umma54@rambler.ru

В данной работе оптимизирована информационная технология в медицинских учреждениях, обеспечивающая качество наблюдения за состоянием пациентов в любое время и в любом месте, ускорение работы медицинского персонала и снижение затрат на обслуживание пациентов. Предложена общая схема создания электронной медицинской карты и её использование в региональных лечебных учреждениях.

В настоящее время в различных лечебных учреждениях РФ проводятся традиционные, а также современные методы диагностических исследований: электрокардиография, ультразвуковое исследование, гастроскопия, а также всевозможные эндоскопические исследования и многие другие. Однако, чтобы названные методы диагностики работали более эффективно, следует внедрять в сферу здравоохранения информационные технологии (ИТ). Без них в современных медицинских учреждениях тяжело оценить эффективность дальнейшего лечения пациента. Поэтому внедрение информационных технологий во всю работу сферы здравоохранения – задача первостепенной важности. Соответственно дальнейшее развитие этих технологий требует рассмотрения и решения различных медицинских практических вопросов. Поэтому данная работа является актуальной.

Целью настоящей работы являлась оптимизация ИТ в медицинских учреждениях, обеспечивающая качество наблюдения за состоянием пациентов в любое время и в любом месте, а также создание электронной медицинской карты (ЭМК) и её использование в медицинских учреждениях.

Соединение или интеграция медицинских устройств в ИТ-сети в больнице, а также в других областях системы здравоохранения РФ, приводит к тому, что ИТ-сети становятся более тесно связанными и, соответственно, более важными. В связи с этим они составляют неотъемлемую часть современного ухода за пациентами.

Для реализации информационных систем в больницах требуется более скрупулезный подход, чем для многих других секторов. Это связано, прежде всего, с выполнением ключевых задач, а именно: непосредственное лечение и наблюдение больных, уход за ними, удовлетворение их потребностей, личный контакт и связь – они не должны быть нарушены вследствие применения систем обработки данных. Медицинские информационные системы представляют ключевой фактор успеха для результативного управления больницей. Потенциальные преимущества весьма велики, однако эти преимущества доступны только при создании ЭМК и ее повсеместном применении в лечебных учреждениях.

HEALTH INFORMATION TECHNOLOGY

Kuzmin A., Umarov M.
Vologda state University, Vologda, Russia
E-mail: umma54@rambler.ru

In this paper, the information technology in medical institutions has been optimized, ensuring the quality of monitoring the condition of patients at anytime and anywhere, accelerating the work of medical personnel and reducing the cost of patient care. The General scheme of creation of the electronic medical card and its use in regional medical institutions is offered.

Currently, in various medical institutions of the Russian Federation, traditional and modern methods of diagnostic tests are carried out: electrocardiography, ultrasound, gastroscopy, as well as all sorts of endoscopic studies and many others. However, in order for these diagnostic methods to work more effectively, information technology (IT) should be introduced into the health sector. Without them in modern medical institutions it is difficult to assess the effectiveness of further treatment of the patient. Therefore, the introduction of information technologies in all the work of the health sector is of paramount importance. Accordingly, the further development of these technologies requires consideration and solution of various medical practical issues. Therefore, this work is relevant.

The aim of this work was to optimize it in medical institutions, ensuring the quality of monitoring the condition of patients at anytime and anywhere, as well as the creation of electronic medical records (EMR) and its use in medical institutions.

The connection or integration of medical devices into it networks in the hospital, as well as in other areas of the Russian healthcare system, leads to the fact that it networks become more closely connected and, accordingly, more important. In this regard, they are an integral part of modern patient care.

Implementing information systems in hospitals requires a more rigorous approach than in many other sectors. This is primarily due to the implementation of key tasks, namely: direct treatment and observation of patients, care for them, meeting their needs, personal contact and communication – they should not be disrupted by the use of data processing systems. Medical information systems represent a key success factor for effective hospital management. The potential benefits are very large, but these benefits are only available when EMR is established and widely used in hospitals.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ИНТЕГРАЦИЯ СИСТЕМ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В СТРУКТУРУ ИНФОРМАЦИОННО-ПРОГРАММНЫХ КОМПЛЕКСОВ ЦИФРОВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Баранов В.В., Баранова И.В., Батова М.М.
**Российская академия народного хозяйства и государственной службы при
Президенте РФ, г. Москва, Россия**
E-mail: yar.baranow@gmail.com

Решение задач проектирования и интеграции систем поддержки принятия решений в структуру программно-информационных комплексов цифровых производств обусловило необходимость создания базы знаний об информационных продуктах, которые используются в мировой и отечественной практике для решения задач

автоматизированного выбора наилучшего варианта экономического решения. Анализ созданной базы знаний дал возможность выявить недостатки существующих информационных продуктов. Исследование этих недостатков позволило обосновать целесообразность создания для высокотехнологичного предприятия кроссплатформенного программного обеспечения системы поддержки принятия решений, в основе которой лежит оригинальная математическая модель, детально отражающая особенности инновационной деятельности предприятия.

Был создан оригинальный математический аппарат, описывающий стратегию инновационной модернизации предприятия в рамках разработки математической модели, описывающей проект, реализуемый в рамках стратегии развития высокотехнологичного предприятия, выполнено описание переменных модели, дан алгоритм расчета эффективности проекта, алгоритм ориентирован на управление потоками денежных средств предприятия и позволяет рассчитать прирост фундаментальной стоимости высокотехнологичного предприятия.

В докладе рассматривается методика решения задачи организационного проектирования гибких роботизированных структур и определения оптимального соотношения между параметрами их гибкости и производительности. Предложены инструменты оценки показателей гибкости и производительности роботизированных организационно-производственных структур, созданных в результате реализации проекта.

Рассмотрены модели сбора и хранения данных при решении задач информационного обеспечения экономической деятельности высокотехнологичного предприятия. Исследован вопрос обеспечения информационной целостности экономической деятельности предприятия и его контрагентов. Показана возможность интеграции в системе поддержки принятия решений консистентной модели данных, необходимых для организации управления дебиторской и кредиторской задолженностью.

Разработано программное обеспечение системы поддержки решений высокотехнологичным предприятием экономических задач, а также реализован удобный пользовательский интерфейс. Структура программного обеспечения позволяет изменять его функциональность, интегрируя в созданную систему поддержки принятия решений новые задачи. Разработанное приложение для решения высокотехнологичным предприятием экономических задач является кроссплатформенным, т.е. может единообразно функционировать в различных операционных системах (например, Windows, Linux, Mac OS X и т.д.).

На созданное нами программное обеспечение систем поддержки принятия управленческих решений получены три свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ, выданных Федеральной службой по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам.

DESIGN AND INTEGRATION OF DECISION MAKING SUPPORT SYSTEMS IN THE STRUCTURE OF INFORMATION-SOFTWARE COMPLEXES OF DIGITAL PRODUCTION

Baranov V., Baranova I., Batova M.

**Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration,
Moscow, Russia**

E-mail: yar.baranow@gmail.com

Solving the problems of designing and integrating decision support systems in the structure of software and information systems of digital productions necessitated the creation of a knowledge base about information products that are used in world and domestic practice to solve problems of automated selection of the best option for economic solutions. Analysis of the created knowledge base made it possible to identify the shortcomings of existing information products. The study of these shortcomings made it possible to justify the feasibility of creating a crossplatform software for a decision-making support system for a high-tech enterprise, which is based on an original mathematical model that reflects in detail the characteristics of the enterprise's innovative activity.

An original mathematical apparatus was created that describes the strategy of innovative modernization of the enterprise. As part of the development of a mathematical model that describes the project being implemented as part of the development strategy of a high-tech enterprise, the model variables are described, an algorithm for calculating project efficiency is given, the algorithm is focused on managing the cash flows of the enterprise and allows calculating increase in the fundamental value of a high-tech enterprise.

The report discusses the methodology for solving the problem of organizational de-sign of flexible robotic structures and determining the optimal ratio between the parameters of their flexibility and performance. Tools are proposed for evaluating the indicators of flexibility and productivity of robotic organizational and production structures created as a result of the project.

The software for a decision support system for a high-tech enterprise of economic tasks was developed, and a convenient user interface was implemented. The software structure allows you to change its functionality, integrating new tasks into the created decision support system. The developed application for solving a high-tech enterprise of economic problems is cross-platform, i.e. it can function in the same way across various operating systems (for example, Windows, Linux, Mac OS X, etc.).

Three certificates of state registration of a computer program issued by the Federal Service for Intellectual Property, Patents and Trademarks were received for the software we created for management decision support systems.

СИНТЕЗ И МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА НАНОЧАСТИЦ МАРГАНЦЕВОГО ФЕРРИТА, ЛЕГИРОВАННЫХ ЦИНКОМ

Гервиц Н.Е.^{1,2}, Старчиков С.С.¹, Баскаков А.О.¹, Фунтов К.О.¹, Любутин И.С.¹, Chung-Rong Lin³

¹ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН, 119333, Москва, Россия

²Физический институт им. П.Н. Лебедева, РАН, 119991, Москва, Россия

³Department of Applied Physics, National Pingtung University, Pingtung County 90003, Taiwan

E-mail: ngervits@gmail.com

Магнитные наносистемы, основанные на марганец-цинковых ферритах (MZFO) проявляют много уникальных физических свойств таких, как высокая магнитная проницаемость, низкие потери на вихревых токах, высокая намагниченность насыщения и сопротивление, а также устойчивая химическая стабильность [1,2]. Благодаря таким особенностям существует довольно широкий спектр возможных применений наночастиц MZFO. Так, они могут быть использованы в шумовых фильтрах, устройствах хранения данных, электромагнитных девайсах и в качестве микроволновых поглотителей [3].

Физические свойства наночастиц MZFO сильно зависят от размера, формы, покрытия, способа синтеза а также стехиометрического состава наночастиц [1,2].

Для изучения влияния катионного отношения Mn:Zn:Fe на структурные, электронные и магнитные свойства наночастиц MZFO, серия образцов различного состава была синтезирована и охарактеризована с помощью комплементарного набора методик, включая порошковую рентгеновскую дифракцию, просвечивающую электронную микроскопию, рамановскую, мёссбауэровскую и рентгеновскую фотоэлектронную спектроскопию (XPS), а также магнитометрию в диапазоне температур 4 – 300 К. С помощью элементного анализа было установлено, что наночастицы имеют нестехиометричный состав, который отличается от ожидаемого. Согласно данным магнитометрии, Мессбауэровской и XPS спектроскопии рост содержания цинка в наночастицах приводит к перераспределению магнитных атомов Mn и Fe по тетраэдрическим и октаэдрическим узлам. Существенно меняются магнитные свойства наночастиц.

Благодарности

Мёссбауэровские исследования выполнены при поддержке Программы Президиума РАН №32 «Наноструктуры: физика, химия, биология, основы технологий». Обработка и анализ результатов рамановской и XPS спектроскопии выполнен при поддержке Министерства науки и высшего образования в рамках выполнения работ по Государственному заданию ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН.

Литература

[1] Bersweiler, M. *et al.* Size-dependent spatial magnetization profile of Manganese-Zinc ferrite nanoparticles. (2019).

[2] Al-Hada, N. M., Kamari, H. M., Shaari, A. H. & Saion, E. Fabrication and characterization of Manganese-Zinc Ferrite nanoparticles produced utilizing heat treatment technique. *Results Phys.* 12, 1821–1825 (2019).

[3] Huang, A., He, H., Feng, Z. & Wang, S. Study on electromagnetic properties of MnZn ferrites with Fe-poor composition. *Mater. Chem. Phys.* 105, 303–307 (2007).

[4] Herynek, V. *et al.* Manganese-Zinc Ferrites: Safe and Efficient Nanolabels for Cell Imaging and Tracking In Vivo. *ChemistryOpen* 8, 155–165 (2019).

SYNTHESIS AND MAGNETIC PROPERTIES OF ZN-DOPED MANGANESE FERRITE NANOPARTICLES

Gervits N.^{1,2}, Starchikov S.¹, Baskakov A.¹, Funtov K.¹, Lyubutin I.¹, Chung-Rong Lin³

¹ Shubnikov Institute of Crystallography of FSRC "Crystallography and Photonics" RAS, Moscow 119333, Russia

² Lebedev Physical Institute, Russian Academy of Sciences, 119991, Moscow, Russia

³Department of Applied Physics, National Pingtung University, Pingtung County 90003, Taiwan

E-mail: ngervits@gmail.com

Magnetic nanosystems based on manganese-zinc ferrites (MZFO) exhibit unique physical properties, such as high magnetic permeability, low eddy current loss, high magnetization, saturation and resistance, as well as chemical stability [1,2]. Due to these features, there is a fairly wide range of applications of MZFO nanoparticles. They can be used in noise filters, in data storage, in electromagnetic devices and as microwave absorbers [3]. The physical properties of MZFO nanoparticles strongly depend on the size, shape, coating, synthesis method, as well as the stoichiometric composition of the nanoparticles [1,2,4].

To study the effect of the cationic Mn: Zn: Fe ratio on the structural, electronic, and magnetic properties of MZFO nanoparticles, a series of samples of various compositions was synthesized and characterized using a complementary set of techniques, including X-ray diffraction analysis, electron microscopy, as well as Raman and Mössbauer spectroscopy, X-ray photoelectron spectroscopy (XPS) and magnetic measurements. By means of elemental analysis, it was found that the nanoparticles have a non-stoichiometric composition, which differs from the expected one. According to magnetometry, Mössbauer and XPS spectroscopy, an increase in the zinc content in nanoparticles leads to a redistribution of the magnetic atoms of Mn and Fe over the tetrahedral and octahedral sites. The magnetic properties of nanoparticles change significantly.

Acknowledgements

Mössbauer spectroscopy measurements and analysis were supported by the program of the Presidium of the Russian Academy of Sciences no. 32 "Nanostructures: physics, chemistry, biology, technology fundamentals". Raman and XPS spectroscopy data analysis was supported by the Ministry of Science and Higher Education within the State assignment FSRC «Crystallography and Photonics» RAS.

References

- [1] Bersweiler, M. *et al.* Size-dependent spatial magnetization profile of Manganese-Zinc ferrite nanoparticles. (2019).
- [2] Al-Hada, N. M., Kamari, H. M., Shaari, A. H. & Saion, E. Fabrication and characterization of Manganese-Zinc Ferrite nanoparticles produced utilizing heat treatment technique. *Results Phys.* 12, 1821–1825 (2019).
- [3] Huang, A., He, H., Feng, Z. & Wang, S. Study on electromagnetic properties of MnZn ferrites with Fe-poor composition. *Mater. Chem. Phys.* 105, 303–307 (2007).
- [4] Herynek, V. *et al.* Manganese-Zinc Ferrites: Safe and Efficient Nanolabels for Cell Imaging and Tracking In Vivo. *ChemistryOpen* 8, 155–165 (2019).

КЛАССИФИКАЦИЯ С ПОМОЩЬЮ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ И ОПОРНЫХ ВЕКТОРНЫХ МАШИН: ПРИМЕНЕНИЕ К СПЕКТРАМ ФЛУОРЕСЦЕНЦИИ НЕФТИ

Зеар Аунг, Михайлов И.С.
Национальный Исследовательский Университет (МЭИ)
E-mail: zayaraung53@gmail.com

Искусственные нейронные сети (ANN) были задействованы во многих приложениях для решения проблем реального мира. В коммерческих целях ANNs может применяться для прогнозирования прибыли, движения рынка и уровней цен на основе исторического набора данных рынка. В медицинских приложениях врачи могут оценивать ситуацию многих пациентов в зависимости от исторического набора данных других пациентов, которые имели ту же болезнь. В промышленности инженеры могут применять App для решения многих инженерных задач, таких как классификация, прогнозирование, распознавание образов и нелинейные задачи, где проблемы очень сложны или могут быть невозможно решить с помощью обычных математических процессов. App были применены для прогнозирования затухания дождя на наклонном пути (1), для прогнозирования затухания дождя на пути Земля-космос, для прогнозирования индекса качества воды (WQI) и для прогнозирования сигналов на атомной электростанции (2). Они также использовались для распознавания лиц (3). В медицинских применениях, ANNs были использованы в обнаруживать заболевание мозга (4) и DNA плоидность, так же, как распределение цикла клетки аспирата рака молочной железы которое измерено цитометрией изображения и проанализировано ANNs для их прогностической значимости (5).

Машины вектора поддержки (SVM) современные и эффективные инструменты которые уже были рассмотрены для того чтобы разрешить затруднения как проблемы классификации и опознавание картины. В SVMs нет необходимости выбирать функции из нескольких приложений. SVM применялись для решения задач медицинской бинарной классификации (6), распознавания сигналов радиолокационных излучателей (7), визуального распознавания речи (8) и во многих других случаях.

В данной работе представлена классификация масел с помощью флуоресцентной спектроскопии. Целью работы является классификация спектров флуоресценции нефти на основе лабораторного набора спектров флуоресценции нескольких классов нефти (шлам, сырая и тяжелая нефть). Классификация проводилась с использованием следующих трех методов: метод канальных отношений (CRM), искусственные нейронные сети (ANNs) и машины опорных векторов (SVMs).

CLASSIFICATION BY ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS AND REFERENCE VECTOR MACHINES: APPLICATION TO OIL FLUORESCENCE SPECTRA

Zayar Aung, Mikhailov I.
National Research University (MPEI)
Moscow, Russia
E-mail: zayaraung53@gmail.com

Artificial neural networks (ANN) have been used in many applications to solve real-world problems. For commercial purposes, ANNs can be used to predict profits, market movements,

and price levels based on a historical market dataset. In medical applications, doctors can assess the situation of many patients based on the historical data set of other patients who have had the same disease. In industry, engineers can apply ANN to many engineering problems such as classification, prediction, pattern recognition, and nonlinear problems where problems are very complex or may be impossible to solve with conventional mathematical processes. ANN were used to predict rain damping on an inclined path (1), to predict rain damping on an Earth-space path, to predict water quality index (WQI), and to predict signals at a nuclear power plant (2). They were also used for facial recognition (3). In medical applications, ANNs have been used in detecting brain disease (4) and DNA ploidy, as well as breast cancer aspirate cell cycle distribution that is measured by image cytometry and analyzed by ANNs for their prognostic significance (5).

Support vector machines (SVM) are state-of-the-art and efficient tools that have already been considered to solve difficulties such as classification problems and pattern recognition. In SVMs, there is no need to select functions from multiple applications. SVMs were used to solve problems of medical binary classification (6), radar emitter signal recognition (7), visual speech recognition (8) and in many other cases.

This paper presents the classification of oils using fluorescent spectroscopy. The aim of the work is to classify the fluorescence spectra of oil on the basis of a laboratory set of fluorescence spectra of several oil classes (sludge, crude and heavy oil). The classification was carried out using the following three methods: channel relationship method (CRM), artificial neural networks (ANNs) and support vector machines (SVMs).

ДИСТАНЦИОННЫЙ МОНИТОРИНГ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОПЕРАТОРА ПРИ ПОМОЩИ АНАЛИЗА АКУСТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЕГО РЕЧИ

Лебедева С.А.

ГНЦ РФ – Институт медико-биологических проблем РАН, Москва, Российская Федерация

E-mail: sveta-firefox@yandex.ru

Речь человека, решающего рабочие задачи, может многое сказать о его эмоциональном, когнитивном и психофизиологическом состоянии, а также в целом о ситуации, в которую тот помещён. С этим связано большое количество исследований коммуникаций операторов, работающих в экстремальных условиях на удалённых станциях, пилотов, космонавтов и т.д. Основным преимуществом данного метода является проведение мониторинга психоневрологического статуса космонавтов непосредственно в ходе выполнения ими реальной деятельности без использования дополнительного оборудования и без затрат времени экипажа. В последнее время анализируется в основном только содержательная сторона речи, в то время как именно акустические характеристики речи лучшим образом отражают глубинные особенности психофизиологического состояния космонавта за счёт их меньшей подверженности сознательному контролю.

Предлагаемый нами метод базируется как на методических подходах, реализованных в проводившихся ранее космических и модельных экспериментах, так и на современных методах и технологиях анализа акустических характеристик речи. Он был апробирован в ряде модельных экспериментов на базе ГНЦ РФ – ИМБП РАН,

включая исследования на центрифуге короткого радиуса (ЦКР) и во время 21-суточной «сухой» иммерсии.

С помощью анализа акустических характеристик изучались аспекты психофизиологического состояния, стресс-реакции и способов совладания со стрессом у человека-оператора – для этого во время воздействием различных режимов угловых ускорений на ЦКР производилась запись переговоров между испытуемым и специалистами Центра управления. Результаты эксперимента на ЦКР преимущественно отражают изменение функционального состояния человека-оператора при кратковременном воздействии экстремальных факторов окружения. В экспериментах с использованием «сухой» иммерсии моделируется менее интенсивное, но более длительное воздействие на организм человека. Во время 21-суточной сухой иммерсии изучалось изменение частотных характеристик речи человека в условиях длительно моделируемых факторов микрогравитации.

Полученные аудиозаписи анализировались с помощью программного обеспечения, предназначенного для работы со звукозаписями и позволяющего выявить их основные количественные характеристики (Praat, Audacity и др.) и метода экспертных оценок. В динамике исследовались ЧОТ (средняя и медианная), интенсивность (громкость) речи, количество биений, пауз в речи, длительность фраз, шиммер- и джиттер- эффекты.

Полученные результаты апробации метода свидетельствуют в пользу его работоспособности и валидности, позволяя планировать дальнейшие исследования в рамках серии модельных экспериментов, готовя таким образом научно-методическую и техническую базу для проведения бортовых исследований.

REMOTE MONITORING OF PSYCHOPHYSIOLOGICAL STATE OF THE OPERATOR BY USING ANALYSIS OF ACOUSTIC SPEECH CHARACTERISTICS

Lebedeva S.

**Institute for Biomedical Problems of the Russian Academy of Sciences, Moscow,
Russian Federation**

E-mail: sveta-firefox@yandex.ru

Studying the speech of a person solving work tasks can say a lot about his emotional, cognitive and psychophysiological state, as well as about the situation in which he is placed. This is associated with a large number of studies of communications of operators working remotely in extreme conditions, pilots, astronauts, etc. The main advantage of this method is the ability to monitor the psychophysiological status of astronauts directly in the course of carrying out their real professional activities without using additional equipment and without spending time of the crew. Presently, only the content side of speech is analyzed mainly, while the analysis of the speech acoustic characteristics is less common due to technical limitations in sound recording. Nevertheless, the acoustic characteristics in speech better reflect the deep features of the astronaut's psychophysiological state due to their lesser susceptibility to conscious control. The analysis of the acoustic characteristics allows to evaluate the dynamics of the subject's emotional and functional states, it is also less energy-consuming and allows the analysis of speech in real time.

The method proposed by us is based both on methodological approaches implemented in previously conducted space and model experiments, and on modern methods and technologies for analyzing the acoustic characteristics of speech. It was tested in a number of

model experiments in the Institute for Biomedical Problems RAS, including short-radius centrifuge (SRC) studies and during the 21-day dry immersion.

By analyzing the acoustic characteristics, some aspects of the psychophysiological state, stress reaction and ways of coping with stress in a human operator were studied. Records of communication between the subjects and the Control Center during the implementation of various angular acceleration modes on the SRC were used for speech analysis. The results of the experiment on the SRC mainly reflect the changes in the operator's functional state under a short-term exposure to extreme environmental factors. In experiments using dry immersion, a less intense but more prolonged effect on the human body is modeled. During the 21-day dry immersion, changes in the frequency characteristics of human speech under conditions of long-term simulated microgravity were studied. Audio recording of voluntary speech was carried out twice a day (morning and evening). This format of audio reports partially reproduces daily planning conferences (DPC) performed by cosmonauts at the beginning and end of their working day, and also simulates time-delayed audio messages during a communication delay.

Audio recordings were analyzed using software for working with audio files and allowing to identify their main quantitative characteristics (Praat, Audacity, etc.). In dynamics were studied: fundamental frequency, intensity, number of pulses, fraction of locally unvoiced frames, duration of phrases, shimmer and jitter effects.

The results of the method testing prove its efficiency and validity, allowing us to plan further studies in a series of model experiments (e.g., SIRIUS in IBMP), thus preparing the scientific, methodological and technical basis for on-board research.

АЛГОРИТМЫ ДИСПЕЧЕРИЗАЦИИ ОЧЕРЕДЕЙ В СЕТЕВЫХ КОММУТАТОРАХ С ОГРАНИЧЕНИЕМ ДЛИТЕЛЬНОСТИ ЦИКЛА ОБСЛУЖИВАНИЯ

Коннов Н.Н., Патунин Д.В., Семенов А.О.

Пензенский государственный университет, Пенза, Россия

E-mail: knnpnz@mail.ru, dvpatunin@gmail.com, andre20071@yandex.ru

В коммутаторах Ethernet с поддержкой качества обслуживания (QoS) широко применяется алгоритм диспетчеризации очередей WDRR - взвешенное дефицитное циклическое обслуживание, достоинствами которого являются исключение монополизации ресурса, точность регулирования полосы пропускания, простота реализации. В WDRR алгоритмах для каждого класса QoS трафика выделяется своя очередь в буфере выходного порта, которые обслуживаются в порядке возрастания их номеров, количество данных, передаваемых из каждой очереди за один сеанс обслуживания, задается закрепленным за ней весом, пропорциональным выделенной для соответствующего класса полосой пропускания [1].

Недостатком алгоритма WDRR является неконтролируемая величина джиттера продвигаемых кадров из-за разброса времени ожидания их обслуживания в различных очередях, зависимость задержки от назначенной для классов трафика полосы пропускания, формирование «пачечности» исходящего трафика, что вызвано детерминистским порядком обслуживания очередей и неэффективным перераспределением неиспользуемой полосы пропускания недогруженных каналов для расширения полосы пропускания перегруженных [2].

Авторами предлагаются для коммутаторов с поддержкой QoS усовершенствованные WDRR алгоритмы диспетчеризации очередей, обеспечивающие меньший разброс значений джиттера при продвижении трафика различных классов QoS, а также более комфортные условия передачи трафика в случае разбалансирования выделяемой для них полосы пропускания. Это достигается за счёт разбиения сеанса непрерывного обслуживания выбранной очереди на ряд подсеансов путем периодической передачи специального разделительного кадра, что ограничивает время непрерывной передачи данных при обслуживании каждой очереди и ведет к «перемешиванию» кадров различных классов QoS трафика, уменьшая его «пачечности». Размеры переданных разделительных кадров учитываются в установленных дефицитах соответствующих очередей. В качестве разделительного кадра может выбираться либо самый старый кадр из непустых очередей, либо головной кадр, выбранный из случайной непустой очереди, либо кадр из непустой очереди со следующим приоритетом [3].

Эффективность предложенных алгоритмов в сравнении с WDRR подтверждается результатами их имитационного моделирования с использованием аппарата цветных иерархических сетей Петри средствами пакета CPN Tools. В качестве критерия эффективности рассматриваются значения вариаций максимальных и средних значений джиттера трафика различных классов трафика.

Литература

1. Vegesna, S. IP Quality of Service / S. Vegesna. Cisco press, 2001 – 368 p
2. Кизилов Е.А., Коннов Н.Н., Патунин Д.В. Моделирование адаптивной диспетчеризации очередей в коммутаторе с поддержкой QOS / Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. 2017. № 2 (22). С. 170–182.
3. Семенов А.О., Коннов Н.Н., Гурин Е.И. Об использовании алгоритмов стохастической диспетчеризации очередей в сетевом коммутаторе / Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. 2018. № 4 (48). С. 105–117.

ALGORITHMS FOR SCHEDULING QUEUES LIMITED DURATION OF THE MAINTENANCE CYCLE OF NETWORK SWITCHES

Konnov N., Patunin D., Semenov A.

Penza State University, Penza, Russia

E-mail: knnpnz@mail.ru, dvpatunin@gmail.com, andre20071@yandex.ru

The Ethernet switch with support for Quality of Service (QoS) is widely used queue scheduling algorithm WDRR — deficit weighted round robin, the advantages that are exceptions to the monopolization of resources, bandwidth control accuracy, ease of implementation. In WDRR algorithms, for each class of QoS traffic, a queue is allocated in the output port buffer, which are served in ascending order of their numbers, the amount of data transmitted from each queue in one servicing session is specified by the weight proportional to the bandwidth allocated for the corresponding class [1].

The disadvantage of the WDRR algorithm is the uncontrolled jitter of promoted frames due to the spread of the waiting time for their service in different queues, the dependence of the delay on the bandwidth assigned to traffic classes, the formation of "outflow" of outgoing traffic, which is caused by the deterministic order of queuing and the inefficient redistribution of unused bandwidth underloaded channels to expand the bandwidth of overloaded [2].

The authors propose for QoS-enabled switches advanced WDRR queue scheduling algorithms that provide less jitter scatter when promoting traffic of different QoS classes, as well as more comfortable traffic transfer conditions in case of unbalanced bandwidth allocated to them. This is achieved by dividing the continuous service session of the selected queue into a number of sub-sessions by periodically transmitting a special dividing frame, which limits the time of continuous data transmission during each queue servicing and leads to "mixing" of frames of various classes of QoS traffic, reducing its "malnourishment". The sizes of the transferred separation frames are taken into account in the established deficits of the respective queues. Either the oldest frame from non-empty queues, or a head frame selected from a random non-empty queue, or a frame from a non-empty queue with the following priority can be selected as a separation frame [3].

The effectiveness of the proposed algorithms in comparison with WDRR is confirmed by the results of their simulation using the apparatus of color hierarchical Petri nets using the CPN Tools package. As a performance criterion, the values of variations of the maximum and average values of traffic jitter of various traffic classes are considered.

References

1. Vegesna, S. IP Quality of Service / S. Vegesna. Cisco press, 2001 — 368 p.
2. Kizilov EA, Konnov NN, Patunin D.V. Modeling adaptive dispatching of queues in a switch supporting QOS / Models, systems, networks in economics, technology, nature and society. 2017. No. 2 (22). P. 170–182.
3. Semenov A.O., Konnov NN, Gurin E.I. On the use of stochastic queue dispatching algorithms in a network switch / News of higher educational institutions. Volga region. Technical science. 2018. No. 4 (48). P. 105–117.

ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЕМ ТЕРРИТОРИЙ

Яготинцева Н.В., Колбина О.Н., Истомина Е.П.
ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет», Санкт-Петербург, Россия
E-mail: Solnishko234@yandex.ru

Современные социально-экономические системы, как объекты управления, представляют собой сложные пространственно-распределенные системы и территории, что свидетельствует о необходимости разработки и применении в управлении геоинформационного подхода. Создание целостной системы информационного обеспечения Ленинградской области и г. Санкт-Петербург является средством сбора воедино и обновления разнородных прогнозируемых и фактических данных по необходимым предметным областям.

Структуру и состав баз данных геоинформационной системы (ГИС) управления развитием территории определяет информация, поступающая из административных ведомств и независимых источников. Информацию, поступающую в ГИС можно условно разделить на два вида: существующие ресурсы и независимые данные.

Для прогнозирования вероятности переноса загрязненных веществ и отображения ее на ГИС, используется методы оценки вероятностных характеристик процессов. С использованием данных методов осуществляется оценка вероятности переноса вредных веществ, в зависимости от силы ветра заданного порога на период времени Δt . Данные в ГИС представляются в виде временных рядов. В качестве случайного события

рассмотрена задача превышения силы ветра по уровням описанных в руководящем документе 52.04.667-2005, в которой существует интервал скорости, на основании которого присваивается потенциала загрязнения атмосферы.

При известном случайном процессе можно определить вероятность невыхода силы ветра за промежутки, не превышающий уровень «умеренный» в соответствии с РД 52.04.667-2005 по следующей формуле:

$$P_i(t_3) = \Phi\left(\frac{\delta_i - m_s - r_s(0, t_3) \cdot (s_0 - m_s)}{\sigma_s \sqrt{1 - r_s^2(0, t_3)}}\right) - \Phi\left(\frac{-m_s - r_s(0, t_3) \cdot (s_0 - m_s)}{\sigma_s \sqrt{1 - r_s^2(0, t_3)}}\right)$$

где:

$P_i(t_3)$ – вероятность невыхода силы ветра за пределы уровня «умеренный»,

δ_i – уровни потенциала загрязнения атмосферы,

m_s – математическое ожидание случайного процесса,

σ_s – среднеквадратическое отклонение,

$r_s(0, t_3)$ – автокорреляционная функция,

S_0 – начальное значение силы ветра.

Имея статистические данные о силе и направлении ветра в регионе, возможно прогнозирование экологического состояния в регионе, а применение ГИС управления развитием территории позволит обеспечить поддержку принятия решения для улучшения состояния. Геоинформационная система управления как специализированная информационная система должна реализовать как традиционные принципы и функции управления, так и специфические, возникающие в результате привлечения пространственной информации на различных уровнях управления социально-экономическими системами и территориями различной сложности, масштаба и предназначения, на основе разработки и реализации технологий создания интеллектуальных геоинформационных систем управления и практических рекомендаций для их применения в экономике и социальной сфере.

GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS MANAGEMENT DEVELOPMENT

Yagotintseva N., Kolbina O., Istomin E.
Russian State Hydrometeorological University
E-mail: Solnishko234@yandex.ru

Modern socio-economic systems, as objects of management, are complex spatially distributed systems and territories, which indicates the need to develop and apply in the management of geoinformation approach. The creation of an integrated system of information support of the Leningrad region and St. Petersburg is a means of gathering together and updating heterogeneous forecast and actual data on the necessary subject areas.

The structure and composition of the databases of the geographic information system (GIS) of the territory development management is determined by information coming from

administrative departments and independent sources. Information received in GIS can be divided into two types: existing resources and independent data.

To predict the probability of transport of contaminated substances and display it on the GIS, methods for assessing the probabilistic characteristics of processes are used. Using these methods, the probability of transfer of harmful substances is estimated, depending on the wind strength of a given threshold for a period of time Δt . The data in the GIS are presented in the form of time series. As random events the problem of excessive use of force of the wind at levels described in the guidance document 52.04.667-2005, in which there is a speed interval on the basis of which is assigned a potential of atmospheric pollution.

$$P_i(t_3) = \Phi\left(\frac{\delta_i - m_s - r_s(0, t_3) \cdot (s_0 - m_s)}{\sigma_s \sqrt{1 - r_s^2(0, t_3)}}\right) - \Phi\left(\frac{-m_s - r_s(0, t_3) \cdot (s_0 - m_s)}{\sigma_s \sqrt{1 - r_s^2(0, t_3)}}\right)$$

где:

$P_i(t_3)$ – probability of non-departure of wind force beyond the "moderate" level,

δ_i – levels of atmospheric pollution potentia,

m_s – mathematical expectation of a random process,

σ_s – standard deviation,

$r_s(0, t_3)$ – autocorrelation function,

S_0 – initial value of wind force.

With statistical data on the strength and direction of wind in the region, it is possible to predict the ecological state in the region, and the use of GIS management of the territory will provide support for decision-making to improve the state. Geoinformation management system as a specialized information system should implement both traditional principles and functions of management, and specific, arising from the involvement of spatial information at different levels of management of socio-economic systems and territories of varying complexity, scale and purpose, based on the development and implementation of technologies for the creation of intelligent geoinformation management systems and practical recommendations for their application in the economy and social sphere.

ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СРЕДЕ ОБРАЗОВАНИЯ

Андросова Е.

Российский государственный педагогический университет имени А.И. Герцена

E-mail: androsova.01@mail.ru

Доклад посвящен информационным и коммуникативным технологиям в образовательной среде. *(далее представлен отрывок)*

В настоящее время одной из приоритетных задач является глобальная информатизация общества. Это ведет за собой расширение интеллектуального

потенциала общества и интеграцию всех сфер жизнедеятельности в виде информационных технологий.

Система образования играет важную роль в создании и использовании информационных технологий. Особенно хочется выделить высшую школу на базе научных исследований.

Само использование ИКТ в образовании началось значительно давно, в 70-е г. XX в. С тех пор и до современности важнейшим современным устройством является компьютер.

Особую роль в информационных технологиях играет мультимедиа. Благодаря этому ученикам в наглядном виде можно предоставить тексты, графику, видео и мультипликацию. Вообще под мультимедиа подразумевают ИКТ, использующие различные программные и технические средства с целью наиболее эффективного развития.

Использование информационных технологий в образовании ведет к увеличению педагогической мотивации студентов и достижению эффективности образовательного процесса. Большинство педагогов и психологов отмечают, что современные информационные технологии, в том числе и мультимедиа, открывают обучающим доступ к нетрадиционным источникам информации, позволяют реализовать принципиально новые формы и методы обучения с применением средств концептуального и моделирования явлений и процессов, которые позволяют повысить эффективность обучения.

Литература:

1. Бородина В.А. Психология чтения в психолого-педагогическом и библиотечно-информационном образовании// Проблемы системогенеза учебной и профессиональной деятельности. Ярославль: "Аверс Пресс", 2003. С. 145-148
2. Роберт И.В. Современные информационные технологии в образовании: дидактические проблемы; перспективы использования. М. : ИИО РАО, 2010.
3. Тужикова Е.С. Информационно-коммуникативные технологии в современном образовании.
4. Корнеева Л. И. Современные интерактивные методы обучения в системе повышения квалификации руководящих кадров в Германии: зарубежный опыт / Л. И. Корнеева // Университетское управление: практика и анализ. -2004. - № 4 (32). - С. 78-83.

INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES IN EDUCATION

Androsova E.
Herzen State Pedagogical University of Russia
E-mail: androsova.01@mail.ru

The report is devoted to information and communication technologies in the educational environment. (*excerpt below*)

Currently, one of the priority tasks is the global informatization of society. This leads to the expansion of the intellectual potential of society and the integration of all spheres of life in the form of information technology.

The education system plays an important role in the creation and use of information technology. I especially want to highlight a higher school based on scientific research.

The very use of ICT in education began long ago, in the 70s of the XX century. From then until the present, the most important modern device is a computer.

A special role in information technology is played by multimedia. Thanks to this, students can visualize texts, graphics, video and animation. In general, multimedia refers to ICTs that use various software and hardware to achieve the most effective development.

The use of information technology in education leads to an increase in the pedagogical motivation of students and the achievement of the effectiveness of the educational process. Most educators and psychologists note that modern information technologies, including multimedia, open up access for students to non-traditional sources of information, allow for the implementation of fundamentally new forms and methods of teaching using conceptual and modeling tools and phenomena that can improve the effectiveness.

Literature:

1. Borodin V.A. Psychology reading in psychological, educational, library and information education // Problems of systemogenesis in educational and professional activities. Yaroslavl: Avers Press, 2003. P. 145-148.
2. Robert I.V. Modern information technologies in education: didactic problems; prospects for use. M.: IIO RAO, 2010.
3. Tuzhikova E.S. Information and communication technologies in modern education.
4. Korneeva L.I. Modern interactive teaching methods in the system of advanced training of leading personnel in Germany: foreign experience / L.I. Korneeva // University Management: Practice and Analysis. 2004. - No. 4 (32). - С. 78-83.

АЛГОРИТМЫ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В АВТОМАТИЧЕСКОМ ОБНАРУЖЕНИИ АНОМАЛИЙ

Громов С.В.

НИТУ «МИСиС»

E-mail: gromov@asu.misis.ru

Множество компаний в настоящее время уже используют метрики данных, которые помогают выявлять аномалии в данных и создавать новые возможности для бизнеса.

В этих задачах используется огромное количество показателей, которые отражают различие между тем, что происходит сейчас и тем, что мы видели в прошлом и что ожидаем увидеть в будущем. Мониторинг и анализ шаблонов данных в режиме реального времени помогает обнаружить порой неожиданные изменения. Шаблоны данных могут изменяться и это затрудняет понимание того, какие модели данных или алгоритмы необходимо применять. Однако если мы используем подходящие модели, мы можем обнаружить даже самые незаметные аномалии.

В методе одномерного обнаружении аномалий просматривают каждую метрику отдельно, изучая ее характерные шаблоны, и получают список аномалий для каждой отдельной метрики. Из-за этого бывает сложно докопаться до первопричины проблемы. Преимущество одномерного обнаружения аномалий состоит в том, что его легче масштабировать с точки зрения вычислений: требуется меньше данных, чтобы узнать, что является нормальным, а что нет, так как система смотрит на каждую метрику

отдельно, а не на комбинацию метрик. Однако, когда происходит что-то неожиданное, влияющее на множество показателей одновременно, система перестает работать.

Методы обнаружения многомерных аномалий принимают входные сигналы от всех источников, без их разделения. Методы обнаружения многомерных аномалий имеют следующие недостатки. Во-первых, их очень трудно масштабировать. Они лучше всего работают, когда имеется не более нескольких сотен метрик. Во-вторых, часто бывает трудно интерпретировать причину аномалии: выходные данные просто говорят, что есть какая-то аномалия, без указания того, с какими метриками она связана. В третьих, не имея представления о том, что происходит с каждой метрикой, трудно понять, какие из них влияют на результаты, и это затрудняет интерпретацию результатов.

Другая проблема, связанная с этими многовариантными методами, заключается в том, что они требуют, чтобы все измеренные показатели были более или менее однородными в поведении. Если набор сигналов или метрик ведет себя не согласованно, многовариантные методы, как правило, работают не очень хорошо.

В нашей работе мы используем комбинированный подход для того, чтобы воспользоваться преимуществами каждого метода. Определив значения, которые являются нормальными для каждой из метрик, после обнаружения аномалий мы осуществляем проверку возможности объединения их на одном уровне метрики в группу, а затем даем интерпретацию этой группе.

Вместо модели, которая указывает, как все показатели должны вести себя вместе, мы используем отдельную модель для каждой метрики, но когда некоторые из них становятся аномальными, мы ищем разумные способы объединить связанные аномалии в один инцидент. Основная сложность в этом подходе состоит в том, как узнать, какие метрики связаны друг с другом. В нашей работе мы предлагаем, как использовать алгоритмы машинного обучения для автоматического обнаружения этих отношений.

MACHINE LEARNING ALGORITHMS IN AUTOMATED ANOMALY DETECTION

Gromov S.

National University of Science and Technology NUST MISIS, Moscow, Russia

E-mail: gromov@asu.misis.ru

Most companies already use data metrics that detecting anomalies in the data can lead to creating new business opportunities.

This is where everything is data- and metric-driven. There might be huge amount of metrics that help us determine what is happening right now compared to what it has seen in the past or what it expects to see in the future. Monitoring and analyzing these data patterns in real-time can help detect subtle unexpected changes. Data patterns can evolve as well as interact, making it difficult to understand what data models or algorithms to apply. Than we use the right models we can detect even the subtlest anomalies.

With univariate anomaly detection, the system looks at each metric by itself, learning its normal patterns and yielding a list of anomalies for each single metric. Oftentimes, it is difficult to perform root cause analysis of an issue. The advantage of univariate anomaly detection is that it is a lot easier to do than other methods. It is easier to scale in terms of computation. Less data is needed to learn what is normal because the system looks at each metric by itself, as opposed to looking at combinations of metrics. It is possible to model a lot of different types of metric behaviors. However, when something unexpected happens that affects a lot of metrics, the system does not work.

Multivariate anomaly detection techniques take input from all the signals together as one, without separating them out. There are downsides to using multivariate anomaly detection techniques. For one thing, these methods are very hard to scale. They are best when used with just several hundred or fewer metrics. Also, it is often hard to interpret the cause of the anomaly. All of the metrics are taken as input but the output simply says there is something strange—an anomaly, without identifying which metric(s) it is associated with. Without having insight into what is happening with each metric, it is hard to know which one(s) affect the output, making it hard to interpret the results.

Another technical issue with these multivariate techniques is that they require all the measured metrics to be somewhat homogeneous in their behavior; i.e., the signal type must be more or less similar. If the set of signals or metrics behave very differently from each other, then these techniques tend to not work well.

The univariate method causes alert storms that make it hard to diagnose why there is an anomaly, and the multivariate methods are hard to apply.

In our work we utilize a different approach to take advantage of the good aspects of each method, without the technical challenges they present. We learn what is normal for each one of the metrics by themselves, and after detecting anomalies the system checks if it can combine them at the single metric level into groups and then give an interpretation to that group.

We have not a model that indicates how all the metrics should behave together. Instead we have a model for each metric by itself, but when some of them become anomalous, we look for smart ways to combine related anomalies into a single incident. The main challenge in this approach is how to know which metrics are related to each other. In our work we describe how to use machine learning algorithms to automatically discover these relationships.

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИННОВАЦИЙ МФТИ

Обухова И.Г.
МФТИ, Москва, Россия
E-mail: obukhova.ig@mipt.ru

Московский физико-технический институт (Физтех) является одним из ведущих вузов страны и входит в основные рейтинги лучших университетов мира. Институт обладает не только богатой историей – основателями и профессорами института были Нобелевские лауреаты Пётр Капица, Лев Ландау и Николай Семенов – но и большой научно-исследовательской базой.

Основой образования в МФТИ является уникальная «система Физтеха», сформулированная Петром Капицей:

кропотливый отбор одаренных и склонных к творческой работе абитуриентов;
участие в обучении ведущих научных работников и в тесном контакте с ними;
индивидуальный подход к отдельным студентам с целью развития их творческих задатков;

воспитание с первых шагов в атмосфере технических исследований и конструктивного творчества с использованием потенциала лучших лабораторий страны.

МФТИ гордится своими выпускниками, среди которых 10 нобелевских лауреатов, в том числе Андрей Гейм и Константин Новоселов, основатель компании АБВУУ Давид Ян, и много других известных ученых.

МФТИ по праву занимает лидирующее место по качественному приему абитуриентов и квалифицированной подготовке выпускников. Студенты МФТИ имеют возможность получить широкое междисциплинарное образование и успешно реализовать себя как в фундаментальной науке, так и в прикладных областях.

В октябре 2009 года институт по результатам конкурса Министерства образования и науки РФ был удостоен статуса Национального исследовательского университета «МФТИ». Приоритетные направления развития МФТИ как НИУ направлены на концентрацию интеллектуальных, материально-технических и управленческих ресурсов для обеспечения и развития в среднесрочной перспективе ключевых научно-технологических направлений, в которых Российская Федерация имеет перспективы на конкурентные преимущества. Основными научными приоритетами НИУ являются: Физика и технологии наноструктур, наносистем, наноматериалов и нанобиофизика; Информационные, телекоммуникационные технологии, суперкомпьютеры, прикладное математическое моделирование; Физика и технологии приборов, систем и устройств на новых физических принципах

В 2013 году МФТИ стал одним из 15 победителей открытого конкурса Проекта по повышению конкурентоспособности университетов Российской Федерации (Проект 5-100) среди ведущих мировых научно-образовательных центров и, в настоящий момент, продолжает успешно участвовать в данной программе. В рамках этого Проекта в МФТИ реализуется направление «Наука», которое нацелено на рост качества и объемов НИОКР, выполняемых в кампусе МФТИ. Программа предусматривает к 2020 году создание в МФТИ более 50 исследовательских лабораторий и поддержку уже 20 существующих лабораторий. Повышение качества НИОКР, проводимых непосредственно в кампусе МФТИ, необходимо для достижения лидирующих позиций в области научно-технической деятельности по избранному ряду перспективных направлений исследований: физика, математика, химия и биология, цифровые технологии (в том числе инфокоммуникационные технологии и новые материалы), трудно извлекаемые полезные ископаемые, аэрокосмические технологии, живые системы.

MAIN DIRECTIONS OF RESEARCH AND INNOVATION IN MIPT

Obukhova I.
MIPT, Moscow, Russia
E-mail: obukhova.ig@mipt.ru

Moscow Institute of Physics and Technology (MIPT, or PhysTech) is one of the leading universities in Russia and it is included in the main ratings of the best universities in the world. The Institute has a rich history - the founders and the leading professors of the Institute were the Nobel Prize winners Peter Kapitsa, Lev Landau and Nikolai Semenov – and presently it has a large research infrastructure.

Peter Kapitsa as a unique “PhysTech system” formulated the basic principles of education at MIPT:

- Thorough selection of talented and creative applicants;
- Participation of leading scientists in student is training;
- A personal approach to individual students in order to develop their creative inclinations;

- Education from the first steps in an atmosphere of the modern research and constructive creativity making use of the potential of the best scientific laboratories in the country.

MIPT is proud for its alumni, including the 10 Nobel Prize winners with Andrei Geim and Konstantin Novoselov who discovered the graphene, and the founder of ABBYY David Yang among them, along with many other famous scientists.

MIPT rightfully occupies the leading position in providing the high quality admission system for selecting of prospective students and ensuring the qualified training of graduates. MIPT students have an opportunity to get a broad interdisciplinary education and to successfully realize themselves both in the fundamental and applied science.

In October 2009, according to the results of the competition of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation, the Institute was awarded the status of the National Research University "MIPT" (NRU MIPT). The priority areas for the development of MIPT as a NRU, aim at consolidating the intellectual, material, technical and managerial resources to ensure and develop, in the medium term, the key scientific and technological areas in which the Russian Federation has prospects for competitive advances. The main scientific priorities of NRU MIPT are as follows:

- Physics and technology of nanostructures, nanosystems, nanomaterials and nanobiophysics;
- Information, telecommunication technologies, supercomputers, applied mathematical modeling;
- Physics and technology of models, systems and devices based on new physical principles.

In 2013, the Moscow Institute of Physics and Technology became one of the 15 winners of the open competition of the Project to Improve the Competitiveness of Universities of the Russian Federation (Project 5-100) among the world's leading research and educational Centers and, currently, it continues to successfully participate in this program.

As a part of this Project, MIPT is implementing the "Science" Direction, which is aimed at increasing the quality and the magnitude of the R&D performed on the MIPT campus. By 2020, the program envisages to create more than 50 new research laboratories at MIPT and to essentially support 20 existing laboratories.

Improving the quality of the R&D carried out directly on the campus of the MIPT is crucial to achieve the leading positions in the field of scientific and technical activity in a selected number of promising areas of research: physics, mathematics, chemistry and biology, digital technologies (including information and communication technologies and new materials), hard-to-extract minerals' technologies, aerospace technologies, and life systems.

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ОРГАНИЧЕСКОЙ НАНОФОТОНИКЕ

Багатурьянц А.А.

Федеральный Научно-Исследовательский Центр «Кристаллография и Фотоника», Центр фотохимии Российской Академии Наук, ул. Новаторов, 7а, Москва, 119421 Россия

Национальный Исследовательский Ядерный Университет «МИФИ», кафедра физики конденсированных сред (№ 67), Каширское шоссе, 31, Москва 115409 Россия

E-mail: bagaturyants@gmail.com

Методы многомасштабного атомистического моделирования применяются к исследованию возбужденных молекул в органических функциональных материалах и их взаимодействиях с соседними молекулами. Такие взаимодействия могут приводить к образованию эксимеров и/или эксиплексов (димеров и молекулярных комплексов в возбужденных состояниях), роль которых обсуждается.

Рассмотрены следующие проблемы: (1) разработка и использование библиотеки эффективных фрагментных потенциалов для моделирования окружения эксиплексов, люминесцентных допантов и транспортных молекул в слоях; (2) разработка программного комплекса для моделирования поляризуемого окружения с использованием библиотеки параметров приближения EFP; (3) влияние поляризуемого окружения на положения триплетных и синглетных уровней люминесцентных допантов; (4) образование эксиплексов на границе раздела двух органических слоев (5) расчет свойств образующихся эксиплексов квантово-химическими методами; (6) разработка силовых полей для металлоорганических комплексов и молекулярно-динамическое моделирование таких систем с использованием полученных силовых полей; (7) разработка вычислительных подходов, основанных на многоконфигурационных квантово-химических расчетах радиационных констант и констант интеркомбинационной конверсии; (8) исследование спин-смешанных состояний фосфоресцентных комплексов иридия(III), расчет констант излучательной фосфоресценции и анализ каналов безызлучательного тушения фосфоресценции.

THEORETICAL MODELING IN ORGANIC NANOPHOTONICS

Bagaturyants A.

**Federal Research Centre "Crystallography and Photonics"
National Research Nuclear University "MEPhI", Department of Condensed Matter
Physics №67**

E-mail: bagaturyants@gmail.com

Multiscale atomistic simulation methods are applied to the investigation of excited molecules in organic functional materials and their interactions with neighboring molecules. These interactions can give rise to the formation of excimers and/or exciplexes (dimers and molecular complexes in excited states), which role is discussed.

The following problems are considered: (1) development and use of a library of effective fragment potentials (EFP, Effective Fragment Potentials) for the modeling of environment of exciplexes, luminescent dopants, and transport molecules in layers; (2) development of a

software package for the simulation of polarizable environment with the use of the library of EFP parameters; (3) effects of polarized environment on the positions of triplet and singlet levels of luminescent dopants; (4) formation of exciplexes at an interface between two organic layers; (5) calculation of properties of the forming exciplexes by quantum-chemical methods; (6) development of force fields for organometallic complexes and molecular dynamics simulation of such systems using the obtained force fields; (7) development of computational approaches based on multi-configurational quantum-chemical calculations of radiation constants and constants of intercombination conversion; (8) investigation of spin-mixed states of phosphorescent Iridium(III) complexes, calculation of radiative phosphorescence constants, and analysis of channels for radiationless phosphorescence quenching.

