



VOL 1, No 8 (8) (2016)

Sciences of Europe
(Praha, Czech Republic)

ISSN 3162-2364

The journal is registered and published in Czech Republic.
Articles in all spheres of sciences are published in the journal.

Journal is published in Czech, English, Polish, Russian, Chinese, German and French.

Articles are accepted each month.

Frequency: 12 issues per year.

Format - A4

All articles are reviewed

Free access to the electronic version of journal

All manuscripts are peer reviewed by experts in the respective field. Authors of the manuscripts bear responsibility for their content, credibility and reliability.

Editorial board doesn't expect the manuscripts' authors to always agree with its opinion.

Chief editor: Petr Bohacek

Managing editor: Michal Hudecek

Jiří Pospíšil (Organic and Medicinal Chemistry) Zentiva

Jaroslav Fährnich (Organic Chemistry) Institute of Organic Chemistry and Biochemistry Academy of Sciences of the Czech Republic

Smirnova Oksana K., Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Department of History (Moscow, Russia);

Rasa Boháček – Ph.D. člen Česká zemědělská univerzita v Praze

Naumov Jaroslav S., MD, Ph.D., assistant professor of history of medicine and the social sciences and humanities. (Kiev, Ukraine)

Viktor Pour – Ph.D. člen Univerzita Pardubice

Petrenko Svyatoslav, PhD in geography, lecturer in social and economic geography. (Kharkov, Ukraine)

Karel Schwaninger – Ph.D. člen Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava

Kozachenko Artem Leonidovich, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Department of History (Moscow, Russia);

Václav Pittner -Ph.D. člen Technická univerzita v Liberci

Dudnik Oleg Arturovich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Department of Physical and Mathematical management methods. (Chernivtsi, Ukraine)

Konovalov Artem Nikolaevich, Doctor of Psychology, Professor, Chair of General Psychology and Pedagogy. (Minsk, Belarus)

«Sciences of Europe» -

(Global science center LP)

Editorial office: Křižíkova 384/101 Karlín, 186 00 Praha

E-mail: info@european-science.org

Web: www.european-science.org

CONTENT

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ | BIOLOGICAL SCIENCES

Верголяс М.Р.

ЕКОТОКСИКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЯКОСТІ
ПІТНИХ ВОД НА ТЕСТ-ОРГАНІЗМАХ.....4

Koba V.P., Spotar E.N., Sahno T.M.

SOME FEATURES PHYTOGENIC INFLUENCE
IN COMMUNITY PARK.....8

Пугачев А.А., Станченко Г.В., Тихменев Е.А.

РЕСУРСЫ НАДЗЕМНОЙ ФИТОМАССЫ В
ЭКОСИСТЕМАХ КОНТИНЕНТАЛЬНЫХ
РАЙОНОВ ЛЕСНОЙ ЗОНЫ КРАЙНЕГО
СЕВЕРО-ВОСТОКА АЗИИ11

МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ | MEDICAL SCIENCES

Абрамкин А.В.

К ВОПРОСУ О БИОГЕОХИМИЧЕСКИХ
ПРОВИНЦИЯХ И ГИГИЕНИЧЕСКОЙ
ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ18

Кравчук Н.О., Місюра К. В.

МЕДИКО-СОЦІАЛЬНІ ОСОБЛИВОСТІ
ВИНИКНЕННЯ НАДЛИШКОВОЇ МАСИ ТІЛА
ТА ОЖИРІННЯ СЕРЕД МІСЬКОГО
НАСЕЛЕННЯ НА ПРИКЛАДІ м. ХАРКОВА..22

Тотров И.Н., Антониади И.В.,

Амбалова С.А., Еналдиева Р.В.,

Медоева А.А., Купеева А.М., Албегова З.А.

СИСТЕМНЫЕ ПРОЯВЛЕНИЯ
РЕВМАТОИДНОГО АРТРИТА,
АССОЦИИРОВАННЫЕ С АКТИВНОСТЬЮ
ЗАБОЛЕВАНИЯ29

Лемза С.В., Хамаева Н.А.,

Торопова А.А., Петров Е.В.

ФИТОКОРРЕКЦИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО
СТАТУСА КЛЕТОК ГОЛОВНОГО МОЗГА
БЕЛЫХ КРЫС ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ
ГИПОТИРЕОЗЕ36

Орленко В.Л., Тронько К.М.

ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ
ГЛІКОЗАМІНУ «СУЛОДЕКСИД» У
ЛІКУВАННІ ДІАБЕТИЧНОЇ РЕТИНОПАТІЇ
ХВОРИХ НА ЦД 2 ТИПУ З ПІДВИЩЕНОЮ
МАСОЮ ТІЛА41

Усанова Т.А.

АНАЛИЗ РЕЧЕВЫХ НАРУШЕНИЙ В
ОСТРОМ ПЕРИОДЕ ЦЕРЕБРАЛЬНОЙ
ИШЕМИИ46

НАУКИ О ЗЕМЛЕ | EARTH SCIENCES

Bashkuev Yu.B., Angarkhaeva L.Kh.,

Буянова D.G., Advokatov V.R.

THE PREDICTION MAP OF GEOELECTRIC
SECTIONS OF AUSTRALIA50

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ | AGRICULTURAL SCIENCES

Ліцький В.О.

ФОРМУВАННЯ М'ЯСНОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ
НАДРЕМОНТНОГО МОЛОДНЯКУ
УКРАЇНСЬКОЇ ЧОРНО-РЯБОЇ МОЛОЧНОЇ
ПОРОДИ У ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД УМОВ
РОЗДАЧІ КОРМІВ ТА ПОРОДНОСТІ.....53

Faik N.S., Marsel M.K., Mars M.K.

BIOLOGICAL NITROGEN ACCRETION IN
GRAY FOREST SOIL OF TATARSTAN
REPUBLIC DEPENDING ON THE MINERAL
NUTRITION LEVEL OF A SINGLE OR MULTI
ALFAALFA (MEDICK (LAT. MEDICAGO
VARITA)) AGROCOENOSIS59

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ | TECHNICAL SCIENCE

Наумейко И.В., Валид Альрефаи,

Альджаафрах Мохаммад Ракан Абед Алнаби
ИССЛЕДОВАНИЕ АСИМПТОТИК СИСТЕМ С
ЗАЩИТОЙ.....63

Азизов Т.Н., Мыза А.С.

УЧЕТ НЕЛИНЕЙНЫХ СВОЙСТВ
МАТЕРИАЛОВ ИЗГИБАЕМЫХ КАМЕННЫХ
ЭЛЕМЕНТОВ, УСИЛЕННЫХ
ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫМИ ПЛАСТИНАМИ69

Toleubekova Zh., Bolatova A., Talgatuly E.,

Atamuratova A., Kassen T.

SULFUR GAS SUPPRESSION TECHNOLOGY
WITH USING PHYSICS-CHEMICAL
METHODS IN COAL BASINS75

Иванов В.Э.

АППАРАТНЫЙ МОДУЛЬ ВЕЙВЛЕТ-
ПРЕОБРАЗОВАНИЯ С ИЗМЕНЯЕМОЙ
СТРУКТУРОЙ78

Dolaeva Z.N., Kidakoeva M.M.
RESEARCH OF RESIDENTIAL REAL ESTATE
PRICING.....85

*Аракелян С.М., Евстюнин Г.А.,
Журавель В.М., Абрамов Д.В.*
ОТРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЙ И
ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЦЕЛЕВОЙ ГРУППЫ
ИЗДЕЛИЙ ДЛЯ ЛАЗЕРНОГО
ПОВЕРХНОСТНОГО УПРОЧНЕНИЯ С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НОВОГО
РОБОТИЗИРОВАННОГО УНИВЕРСАЛЬНОГО
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ЛАЗЕРНОГО
КОМПЛЕКСА С ДИАГНОСТИКОЙ
ПРОЦЕССОВ УПРОЧНЕНИЯ В РЕАЛЬНОМ
МАСШТАБЕ ВРЕМЕНИ88

ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИЕ НАУКИ | PHARMACEUTICAL SCIENCES

Сагиндыкова Б.А., Омарбекова А.А.
ОЦЕНКА ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИХ
ХАРАКТЕРИСТИК ТАБЛЕТОК
МЕЛОКСИКАМ.....93

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ | PHYSICS AND MATHEMATICS

Наимов А.Н.
ИССЛЕДОВАНИЕ АСИМПТОТИКИ
РЕШЕНИЙ ЛИНЕЙНЫХ ОБЫКНОВЕННЫХ
ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ
ВТОРОГО ПОРЯДКА НА ПОЛУОСИ97

*Рысин А.В., Рысин О.В.,
Бойкачев В.Н., Никифоров И.К.*
УРАВНЕНИЯ МАКСВЕЛЛА, КАК
РЕЗУЛЬТАТ ОТРАЖЕНИЯ
ПРЕОБРАЗОВАНИЙ ЛОРЕНЦА-
МИНКОВСКОГО В
ПРОТИВОПОЛОЖНОСТИ104

Перфильев М.С.
ГИПОТЕЗА РИМАНА: ДОКАЗАТЕЛЬСТВО
ЕДИНСТВЕННОСТИ КОРНЯ.....113

ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ | CHEMICAL SCIENCES

Исаева Е.В., Рязанова Т.В., Гаврилова Л.В.
ГРУППОВОЙ ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ
ЛИСТЬЕВ ТОПОЛЯ116

Nadirov R.K., Sabirov Ye.A.
CHANGING THE PHASE COMPOSITION AND
CATALYTIC PROPERTIES OF THE FE/N/C
CATALYST BY ELECTROCHEMICAL
TREATMENT122

*Шурдумов Г.К., Черкесов З.А.,
Кандурова Э.Ф., Пишигаушева А.Г.*
РАЗРАБОТКА РАЦИОНАЛЬНОГО СПОСОБА
СИНТЕЗА МОЛИБДАТА СВИНЦА В
ВЫСОКОДИСПЕРСНОМ СОСТОЯНИИ В
РАСПЛАВАХ СИСТЕМЫ $\text{Na}_2\text{MoO}_4 - \text{Pb}_3\text{O}_4$124

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

ЕКТОТОКСИКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ПИТНИХ ВОД НА ТЕСТ-ОРГАНІЗМАХ

Верголяс М.Р.

*кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник,
Завідувач лабораторією біомаркерів і біотестування.*

Інститут колоїдної хімії та хімії води ім. А. В. Думанського НАН України. Україна, м. Київ.

*ASSESSMENT OF ECOTOXICOLOGICAL QUALITY OF DRINKING WATER TO THE TEST ORGANISMS
Vergolyas M.R. Ph.D., senior researcher, Head of Laboratory of biomarkers and biological testing. Institute
of Colloid Chemistry and Water Chemistry. A.V. Dumansky NAS of Ukraine. Ukraine, Kyiv.*

АННОТАЦІЯ

Описано актуальність і необхідність біологічних методів оцінки води. Наведено огляд літературних даних методів біотестування, як способу біологічної оцінки якості питних вод. Розглянуто тест-об'єкти що використовуються в біотестуванні природних і питних вод, їх реакції на дію токсичну речовин. Запропоновано основні напрямки вибору чутливих тест-організмів для аналізу вод за результатами їх біотестування. Метод полягає у визначенні дії токсикантів на спеціально вибрані організми в стандартних умовах з реєстрацією змін на поведінкових, фізіологічних, клітинному і субклітинному рівнях. Особливу увагу приділено оцінці ризику для здоров'я людини тих факторів і речовин, генотоксичність і цитотоксичність яких виявляються за допомогою біомаркерів рослинних і тваринних клітин.

ABSTRACT

Described relevance and necessity of biological methods for assessing water. The review of the literature data biological testing methods as a way of assessing the quality of biological drinking water. Considered test objects used in natural and biological testing of drinking water, their reaction to the action of toxic substances. The main directions of selecting sensitive test organisms for analysis of water by the results of biological testing. The method consists in determination of action of toxins on specially selected organisms under standard conditions with registration changes at the behavioral, physiological, cellular and subcellular levels. Special attention is given to the risk to human health, the factors and substances genotoxicity and cytotoxicity which are using biomarker plant and animal cells.

Ключові слова: біотестування, тест-об'єкти, питна вода, токсиканти, цитотоксичність, генотоксичність, гематологічні показники, культура клітин.

Keywords: bioassay, test facilities, drinking water, toxicants, cytotoxicity, genotoxicity, hematological parameters, cell culture.

Однією з головних проблем сьогодення є якість питної води. Вода є незамінним компонентом живого організму і необхідною умовою для життя. Вона виконує фізико-хімічні функції, які забезпечують нормальний перебіг біохімічних процесів у будь-якому живому організмі. За даними ВООЗ (Всесвітньої Організації Охорони здоров'я) більше 80% захворювань передається через воду. Крім того, вживання неповноцінної води по макро і мікроелементам, також призводить до безлічі захворювань, погіршення імунної системи [1], а водопровідна (хлорована) вода сприяє накопиченню в воді канцерогенних речовин [2]. Методи біотестування при оцінці якості питних вод набула особливої актуальності у зв'язку зі стрімким зростанням кількості потенційно небезпечних хімічних сполук, що забруднюють природні джерела питного водопостачання. Фізико-хімічні методи визначають лише наявність і кількість хімічних елементів в тестованих водних зразках, але не можуть визначити нестійкі сполуки через дуже велику кількість можливих комбінацій хімічних сполук у воді, які ростуть з кожним роком, в тому числі поведінку антропогенних сполук і природну вразливість водних екосистем до комбінованих ефектів їх забруднення. [3].

Біотестування - один з методів біологічного контролю, який передбачає цілеспрямоване використання стандартних тест-організмів і методів для визначення ступеня токсичності водного середовища, заснований на вимірюванні тест-реакції організму, його окремої функції або системи. Тест-організми перебуваючи в досліджуваному водному зразку, сигналізують про небезпеку незалежно від того, які речовини і в яких поєднаннях приводять до змін їх життєво важливих функцій [4,5].

Використання екотоксикологічних біотестів - рослинних і тваринних тест-організмів і їх клітинних біомаркерів вкрай важливо для об'єктивного і комплексного контролю за все зростаючою кількістю ксенобіотиків, що забруднюють водне середовище, більшість з яких не нормуються існуючими стандартами, проте мають здатність викликати різноманітні токсичні, цитотоксичні, генотоксичні або мутагенні ефекти. Універсальність клітинної організації відкриває широкі можливості для токсикологічних досліджень із застосуванням різних груп тварин і рослин і подальшою екстраполяцією отриманих результатів на організм людини [6].

У наших роботах для аналізу впливу токсичних речовин у водних зразках на організм і його клі-

тини був відібраний наступний набір біотестів: рослини - цибуля *Allium sera*, пшениця *Triticum*, салат *Lactuca sativa*, огірок *Cucumis sativus*; безхребетні - гідра *Hydra attenuate*; ембріони (ікринки) риб, *Danio rerio*; ракоподібні - дафнія *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg і *Daphnia magna* Straus, хребетні тварини - риби даніо *Brachydanio rerio* Hamilton-Buchanan, гуппи *Poecilia reticulata* Peters, золота рибка *Carassius auratus auratus*, короп *Cyprinus carpio*; карась *Carassius auratus gibelio*; шпорцеві жаби, *Xenopus*; шури *Vistar*. Вибір тест-організмів визначається їх поширеністю, простотою культивування і змісту в лабораторних умовах, методика проведення експериментів і експресивністю отримання результатів.

Жива система характеризується множинністю реагування і містить такі компоненти, як гомеостатичне врівноваження, буферизація, системи депонування та зв'язування токсикантів тощо. Кінцева картина, що формується в результаті взаємодії гідробіонтів (та інших живих організмів) з токсикантами, не рівнозначна і зумовлена двома основними факторами: силою впливу токсиканта, яка залежить від його хімічної природи, біологічної активності, концентрації, тривалості й повторності впливу — з одного боку, та особливостями реагування живих організмів на цей вплив — з другого. Без сумніву, будь-яка речовина за достатньо високих концентрацій може впливати на гідробіонтів, виявляючи ушкоджувальний та пригнічувальний вплив.

Отримані нами дані після проведених багаторазових досліджень показали, що біотестування на організмовому та клітинному рівнях доцільно застосовувати для комплексної оцінки якості водного середовища, критеріями якої служать стандартні показники виживаності, розвитку і розмноження тварин і рослинних тест-організмів, також структурні та функціональні параметри їх клітин [7].

Завданнями наших досліджень є екоотоксикологічна оцінка води з різних джерел водопостачання на тест-організмах різних систематичних груп і їх клітинах, яка дозволяє врахувати шкідливий вплив токсичних речовин на тест-об'єкти з подальшою екстраполяцією отриманих результатів на організм людини.

Метод біотестування на рослинних тест-об'єктах звичайний простий і чутливий спосіб визначення інтегральної токсичності води, викликані різними чинниками. Показником токсичності виступає пригнічення росту корінців цибулі. Встановлено, що ріст корінців пригнічується при більш низьких концентраціях токсиканту. Цей метод дозволяє визначити не тільки токсичність водного середовища, а і його мутагенні властивості [8,9].

Методика на гідрах *Hydra attenuata* ґрунтується на встановленні різниці між кількістю загиблих у випробній воді та у воді, в якій тест-організми утримуються (контроль). Дорослі тест-організми *Hydra attenuata* експонують в статичній системі упродовж 96 годин. Під впливом токсичних агентів гідра проявляє широкий спектр морфологічних змін, що вказують на сублетальні (хронічні) і летальні

ефекти. Спостереження ведуться щоденно з фіксуванням морфологічних змін. Наприкінці випробувань на основі аналізу кількості та ступеню помітних морфологічних змін у гідр реєструють виживаність контрольної і піддослідної груп тварин [10].

Основним видом організмів, який легко культивується в лабораторних умовах в будь-яку пору року є *Ceriodaphnia affinis* и *Daphnia magna*, використовується в ролі тест-об'єкта, як сигнальної інформації про токсичність середовища. Дафнії належать до найбільш поширених представників зоопланктону. Популярність цих рачків як тест-об'єктів пов'язана, головним чином, з їхніми фізіологічними властивостями. За характером живлення вони є фільтраторами, чутливими до дії токсичних речовин, легко вводяться в культуру, доволі стійкі в лабораторних умовах (при культивуванні *in vitro*), дають цілий комплекс тест-реакцій і мають короткий життєвий цикл. Останнє дозволяє простежити наслідки токсичного впливу (навіть у малих концентраціях) протягом ряду поколінь. Біотестування із залученням таких гідробіонтів, як дафнії є загальноприйнятими і широко використовується для дослідження як токсичності різних хімічних речовин, так і якості водного середовища загалом [11].

Антропогенні зміни водних екосистем не можуть не відобразитись на фізіологічному стані гідробіонтів, зокрема риб та жаб. Костисті риби та жаби – досить численний і розповсюджений клас, що займає важливе місце в екосистемі, визнані зручними тест-об'єктом для вивчення якісного стану водного середовища. Однією з інтегральних систем, що дозволяють простежити порушення на різних рівнях функціонування, є система крові. Гематологічні показники добре відображають реакцію декількох систем організму на вплив різноманітних фізіологічних та патологічних факторів на організм. Умови перебування накладають відбиток на морфологічні особливості і кількісні показники червоної і білої крові. До того ж, гематологічні показники являються високо специфічними для виду і змінюються в достатньо вузьких межах, що дозволяє використовувати їх в якості маркерів різних фізіологічних та патологічних процесів. Вивчення внутрішньовидових особливостей клітинного складу крові риб та жаб є необхідним для інтерпретації фізіологічних змін, що виникли в наслідок генетичних чи філогенетичних змін та в наслідок впливу факторів зовнішнього середовища [6,13].

Тест-об'єкти риб та жаб рекомендовано як модельні об'єкти при визначенні біологічної дії потенційно небезпечних речовин в воді, для скринінгу токсикантів таких як мутагени, тератогени та канцерогени. Їх можна рекомендувати використовувати для скринінгу потенційно небезпечних для людини токсичних речовин, що потрапляють в питну воду. Це підтверджують коефіцієнти кореляції між показниками на рибах і в культурі лімфоцитів периферичної крові людини. Отримані значення коефіцієнтів лінійної кореляції свідчать про взаємозв'

язок багатьох показників, що визначаються на рибах, і кількості пошкоджених аберрантних метафаз з метаболічної активацією [12].

Серед перспективних методологічних підходів до використання показників крові у якості біомаркерів слід відзначити мікроядерний тест, який успішно використовується як метод дослідження генотоксичності водних розчинів різних класів сполук *in vivo*, так і для моніторингу хімічного забруднення води *in situ*. Для дослідження за допомогою мікроядерного аналізу на рибах і жабах найчастіше використовували еритроцити периферичної крові, також інші клітини тканин плавців та зябер у риб. Мікроядерний тест на еритроцитах дає можливість визначення кластогенних речовин у водному середовищі, оскільки еритроцити риба та жаба мають ядра. Численні досліди показали, що в еритроцитах периферичної крові у польових умовах часто зустрічаються мікроядра внаслідок впливу різноманітних поллютантів [13].

Антропогенні зміни водних екосистем не можуть не відобразитись на фізіологічному стані гідробіонтів, зокрема риба та жаба. У сукупності з іншими параметрами, одержуваними при популяційних дослідженнях (генотип, особливості морфології) це може дати корисні у практичному й у теоретичному відношенні відомості про рівень антропогенного навантаження водою.

Щури є одними з основних експериментальних тварин в біологічних і медичних дослідженнях. Для оцінки впливу різних токсичних речовин у воді на організм лабораторного щура лінії Вістар, вивчали їх поведінку, окремі органи і клітини крові [14].

Гематологічні показники живих організмів є індикатором не тільки фізіологічного стану організму, але і одним з основних критеріїв виявлення забруднення питних вод [15,16].

Загальна теорія систем в біології виділяє надорганізмовий (популяційний) рівень та рівень цілісного організму, за яким слідує системний, органний, тканинний, клітинний та субклітинний. У токсикології вказаному підходу зокрема відповідає розподілення показників на інтегральні (неспецифічні) та специфічні. Перші дозволяють переважно судити про стан всього організму, або його найважливіших систем, другі – про стан окремих органів або функцій. При цьому інтегральні показники, такі як маса тіла, морфологічний склад крові, морфологічні зміни в органах, коефіцієнт маси внутрішніх органів – виглядають біологічно більш значущими [17]. Однак, визначення специфічних показників, які відображають дію досліджуваної речовини на окремі системи та органи, метаболічні процеси, активність ферментів дозволяє встановити механізм дії і найбільш ранні прояви токсичного ефекту [15].

До інтегральних показників, які відображають стан організму відноситься маса тіла тварин та відносна маса або індекс маси внутрішніх органів. Динаміка зміни маси тіла експериментальних тварин під час експозиції відображає загальний стан орга-

нізму та загальної (неспецифічної) реакції на інтоксикацію. Це дозволяє у процесі експерименту швидко оцінити стан організму тварин, рівень розвитку інтоксикації, а також скорегувати за необхідності хід експерименту [17].

Органами-мішенями токсичного впливу хімічних речовин на організм в першу чергу є печінка, селезінка, нирки. При цьому маса тіла тварин може не змінюватись, тому, поруч з визначенням маси тіла оцінюють абсолютну і відносну масу (маса органу/маса тіла x 100) внутрішніх органів. Ці показники відносно прості і досить чутливі і показові. Абсолютний і відносний показник маси приблизно однаково інформативний лише у випадку, коли відсутні значні відмінності у масі тіла тварин. У зв'язку з цим, абсолютні показники використовують лише при відсутності розбіжностей у масі дослідних і контрольних тварин. У випадку, коли маса тіла тварин відрізняється співставляють відносні показники маси органів [15].

Система крові є досить чутливою до дії потенційно небезпечних екзогенних чинників. Клітини крові одними із перших стикаються з речовинами та сполуками, які надходять в організм. Це зумовлює необхідність обов'язкової оцінки стану периферичної крові за умови визначення їх токсичних властивостей [15, 18].

За даними літератури [19], вплив токсикантів на систему крові характеризується як загальними, так і специфічними проявами. Основними механізмами гематотоксичної дії є порушення еритропоєзу, пригнічення процесу синтезу гему і глобіну, а також мембрано- та цитотоксична дія, що призводить до зниження тривалості життя клітин та їх морфологічних змін. Класичним проявом негативного впливу ксенобіотиків на організм є розвиток анемії. Зазвичай анемія визначається зниженням вмісту гемоглобіну в крові, проте щоб з'ясувати, залізодефіцитна вона чи ні, визначають зміст цинкпротопорфірину - метаболіту обміну речовин, в процесі перетворення якого утворюється гем. Якщо гемоглобін не утворюється в достатній кількості, а причин для його утворення існує багато і лише одна з них - нестача заліза, тоді цинкпротопорфірин (ЦПП) підвищується. Підвищуватися вміст ЦПП може за впливу цілої низки забруднювачів, зокрема свинцю та інших важких металів.

Біохімічний аналіз крові дозволяє оцінити роботу багатьох внутрішніх органів: печінки, підшлункової залози, нирок та ін. Крім того, біохімічний аналіз крові показує, яких мікроелементів не вистачає в організмі [20].

Внаслідок багатоманітної функції печінки в життєдіяльності організму оцінка її функціональної здатності потребує широкого набору методів. Проте у більшості токсикологічних досліджень обмежуються визначенням ранніх та найбільш чутливих ознак порушення функції печінки. У зв'язку з цим, для оцінки функціонального стану печінки нами були обрані такі біохімічні показники сироватки крові: активність ферментів аланінамінотрансферази (АЛТ), аспартатамінотрансферази (АСТ),

лужної фосфатази (ЛФ), **Гамма-глутамілтрансферази (ГГТ)**, вміст білірубіну, сечової кислоти [21].

За рекомендаціями ISO та інших міжнародних організацій дослідження цитотоксичної дії речовин можуть проводитись на первинних культурах клітин і тканин, виділених з організму тварин, людини, а також перещеплювальних або постійних, отриманих з окремих видів пухлин. Вибір клітин-мішеней залежить від очікуваних біологічних ефектів досліджуваної речовини. Дослідження безпосередньо на культурі клітин людини спрощує екстраполяцію даних і прогнозування токсичності речовини відносно організму людини [22].

При визначенні якості питних вод методами біотестування виникає ряд важливих питань щодо екстраполяції отриманих результатів на організм людини, як, наприклад, чи є дані про токсичність водних проб, отримані за допомогою тварин і рослинних тест-організмів, сигналом безпеки і для людини. Перераховані вище роботи дають можливість правильності перенесення результатів, отриманих на рівні клітини, на більш високі рівні організації.

Таким чином, аналіз індивідуальних особливостей перерахованих тестових тварин і рослин, а також порівняння їх чутливості по відношенню до ряду токсичних речовин дозволили нам сформулювати загальні вимоги, яким повинні відповідати використовувані тест-організми, а саме простота культивування; легко відтворювані в лабораторних умовах: забезпечують сталість генетичних і фізіологічних характеристик; мають високу чутливість до основних поллютантів природних вод; їх тест реакції легко спостережувати і відтворювати. При підборі виду тварин або рослин для будь-яких специфічних біологічних тестів можуть бути складені і інші додаткові вимоги, але зазначені вище зберігають своє особливе значення.

Необхідністю застосування біологічних методів оцінки якості питної води не викликає сумнівів. Шляхи вирішення проблеми комбінованої дії хімічних речовин полягають у застосуванні видів - біоіндикаторів для кількісної оцінки токсичності. Цей метод є біотестуванням і дає можливість по відповідній реакції тест-організму отримати інтегральну інформацію по всій сукупності токсичних агентів, що впливають на тест-об'єкт. Завдяки простоті, оперативності та доступності біотестування отримало широке визнання у всьому світі і його все частіше використовують поряд з методами аналітичної хімії. Значною перевагою цього методу є можливість виявлення токсичного впливу комплексу речовин, які аналітично не визначаються.

Литература

1. Vergolyas M. R., Trakhtenberg I. M., Dmytrukha N. M. Assessment of toxic effects of drinking water from various sources on indicators rats Vistar immune system // Journal of Education, Health and Sport. 2016;6(9). P.855-866. eISSN 2391-8306. DOI.

2. Прокопов В.О. Хлорована питна вода та ризики для здоров'я населення / В.О. Прокопов, О.В. Зоріна, С.В. Гуленко [та ін.] // Гігієна населених місць. – 2012. – Вип.60. – С. 76-86.

3. М. Р. Верголяс М. В.В. Гончарук. Оценка контроля качества воды с помощью тест-организмов и их клеток // Химия и технология воды т.38, №1 2016

4. Arkhipchuk V.V., Goncharuk V.V. // J. Water Chem. and Technol. – 2004. – № 4. – P. 403–414.

5. Пат. 97199 Україна, МПК G 01 № 33/18. / В.В. Гончарук, М. Р. Верголяс. Опубл. 10.01.2012, Бюл. № 1.

6. M. Vergolyas. Cytogenetic evaluation of the drinking water toxicity // «EUREKA: Life Sciences», 2016. – №1. – 47-54p.

7. Болтіна І.В. Комплексне дослідження якості води різного призначення / І.В. Болтіна, М.Р. Верголяс, Л.І. Пвякель, І.А. Злацький, В.В. Завальна, О.В. Коваленко, О.П. Васецька, Є.Р. Заєць, А.Ю. Семенова // Досягнення і проблеми генетики, селекції та біотехнології. *Збірник наукових праць ІХ з'їзду. УТГіС*. Київ, ЛОГОС, - 2012. Т.4. С.219-224.

8. Fiskesjö G. (1985). Hereditas. 102, 99-112.

9. Верголяс М.Р. Цитотоксичний вплив хлор- фенолів на клітини кореневої меристеми насіння цибулі батуну (*Allium fistulosum* L.) / Верголяс М.Р., Луценко Т.В., Гончарук В.В. // Цитология и генетика. 6 2013. 6 Т.6 № 1. 6 С. 44-49.

10. Гончарук В. Комплексна оцінка якості фасованих вод / Гончарук В., Архипчук В., Терлецька Г., Корчак Г. // Вісник НАН України. 6 2005. 6 № 3. – С. 47-58.

11. Якість води. Визначання гострої летальної токсичності на *Daphnia magna* Straus та *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg (Cladocera, Crustacea) (ISO 6341:1996, MOD): ДСТУ 4173-2003. 6 [Чинний від 01.07.2004].

12. В. В. Гончарук, М. Р. Верголяс, И. В. Болтіна Исследование мутагенности и генотоксичности питьевой воды // Химия и технология воды. - 2013. - 35, № 5. - С. 426-435.

13. Якість води. Метод визначення цито- та генотоксичності води і водних розчинів на клітинах крові прісноводної риби Данію *perio* (*Brachydanio perio* Hamilton- Buchanan): ДСТУ 7387:2013. 6 [Чинний від 2014.07.01].

14. Верголяс М.Р., Трахтенберг І.М., Дмитруха Н.М., Гончарук В.В. Оцінка токсичного впливу питних вод на організм шурів Vistar // Актуальные проблемы транспортной медицины 2016 г. - № 2 (44), С. 52-59.

15. Трахтенберг И.М. Методы изучения хронического действия химических и биологических загрязнителей / И.М. Трахтенберг, Л.А. Тимофиевская, И.Я. Квятковская // Рига, Зинатис, 1987. 172 с.

16. Vergolyas M. R. Blood as integrated system of organism / M. R. Vergolyas // ScienceRise. - 2016. - № 2(1). – P. 7-11.

17. Тихонов В.Н. Анализ изменений массы внутренних органов в токсикологическом эксперименте / В.Н. Тихонов, В.К. Шитиков, Н.А. Мирошниченко, А.Ф. Ковалев // Фармакология и токсикология. 1984. – Т. 47. – № 5. – С. 113-116.
18. Тица Н.У. Клиническое руководство по лабораторным тестам / Под ред. Н.У.Тица. // М.:ЮНИМЕД-ПРЕСС, 2003. – 942 с.
19. Механізми гематотоксичної дії сполук свинцю Апихтіна О.Л., Дмитруха Н.М., Коцюруба А.В. та ін.// Журнал НАМН України, 2012, т.18, № 1. – С.100-109.
20. Комаров Ф.И. Биохимические исследования в клинике/ Комаров Ф.И., Коровин Б.Ф.// М.: Наука – 2001. – 215 с.
21. Березов Т.Т. Биологическая химия / Березов Т.Т., Коровин Б.Ф.// М.: Наука. 2004. – 540 с.
22. Combes R.D. The use of human cells in biomedical research and testing // Altern. Lab. Anim. – 2004. - № 32. – P.43-49.

SOME FEATURES PHYTOGENIC INFLUENCE IN COMMUNITY PARK

Koba V.P.

Federal State Budget Institution of Science "Nikita Botanical Garden - National Scientific Center", Doctor of Biological Sciences, Professor

Spotar E.N.

Federal State Budget Institution of Science "Nikita Botanical Garden - National Scientific Center", Junior Researcher

Sahno T.M.

Federal State Budget Institution of Science "Nikita Botanical Garden - National Scientific Center", research engineer

ABSTRACT

The questions bioecological compliance features of plant growth and development as part of the park communities. The characteristic of the specifics of the growth of vegetative organs of different species of ornamental plants under joint growth in the pack communities. Evaluation of the interaction of plants due to the nature of their impact Phytogenic showed that plant species can have both positive and negative effects on the processes of growth of vegetative organs in the zone of their phytogenic fields. Three types of influence phytogenic field on the growth of vegetative organs: depressing, neutral and stimulating. Suppression of growth processes of vegetative structures within range of phytogenic field of neighboring plants is obviously determined by the competitive relations in the struggle for the use of environmental resources. The opposite situation - increase in the growth of vegetative organs may be associated with a positive effect of volatile substances emitted by plants, which manifests itself through biochemical stimulation, as well as a factor in rehabilitation of air space around the plants.

Keywords: community park, synecology, transbioticheskie koaktsii, Bioecological conformity, vegetative organs, growth dynamics.

The interaction of plants in the park communities, as well as in nature, carried out at different levels of competition in connection with the influence of various factors of the environment, primarily light conditions, humidity and trophic. In the formation of bioecological individual plant space plays an important role phytogenic field that determines the effect of multi-vector index of an individual on the composition and structure of the local volume of plant community [1, pp. 137-141; 3, pp. 1462-1465]. Influence of phytogenic fields occurs not only through active resource consumption environment, but through a variety of effects, including allelopathic currently the most studied [2, pp. 33-39].

To park communities to study and analyze allelopathic influence is of great importance not only in terms of the normal development of plants, but also the realization of decorative properties, increasing the stability and longevity of garden and park art. The most labile sign of assessing the level of external influence on the growth and development of the plant is the indicator of the dynamics of the leaf blade of biometrics [4, pp. 109-118].

Bioecological study of the interaction of ornamental plants as part of the park communities studied in the territory of the Arboretum of Nikitsky Botanical Garden (NBG). On separate clumps were identified three sites with different types of plants, which means phytogenic field in varying degrees, can affect the growth and development of vegetative organs in the area abutting the outer parts of their crowns (intersection phytogenic fields). The dynamics of biometric characteristics of the leaf blade and shoots synecological due to the interaction of these types of plants. Measured length and width of the lamina 30, the seasonal growth of shoots in 10 parts of plant species studied crown disposed toward each other, as well as 30 and shoots lamina disposed on opposite sides of the crown [6, 100 p.]. Each site was evaluated particular orographic conditions of growth, described dendrometric characteristics of the studied plants. Qualitative observations were processed using variation statistics methods [5, 352 p.].

In the formation of the structure and composition of park communities as the most important in the first place the importance of creating aesthetically pleasing

decorative compositions in combination of different plant species. This question bioecological compliance features of plant growth and development as part of the park communities are not always fully taken into account. For the introduced plants that usually make up a large part of the cultural phytocenoses park landscapes, climate and soil conditions are the most important factors determining the specificity and the possibility of successful completion of all phases of ontogenesis. Under the new conditions of growth outside the natural range, in most cases the plants observed marked changes in growth and development dynamics, age limits longevity, reduced level of resistance to pests and diseases. Of particular importance in this regard is the problem of the mutual influence of different types of plants Flora individual geographic areas.

It is now believed that emit volatile chemicals are one of the elements that ensure the formation Phyto-genic plants of the field. Park communities often have a dense structure and greater richness of species diversity that does not always meet the needs of the constituent Bioecological plants. The cultural phytocenoses competitive relationship between the consumption of resources in the soil environment in varying degrees, can be adjusted by the crop care. In the aerial part in the crossing conditions phytogenic fields optimization park community structure should take into account the peculiarities of direct contact or relationships of organisms in plant communities, as well as indirect trans abiotic relationships of organisms in plant communities. To park communities, this problem is significant not only in terms of the normal development of plants, but also the realization of decorative properties, increasing the stability and longevity of landscape gardening compositions reduce their maintenance costs.

Nikita Botanical Garden geographically located in the central part of the southern coast, which climatic conditions refers to the dry subtropics. The hot, dry summers, relatively mild winters, the bulk of the precipitation falls in the autumn and winter. Most of the area of the park is characterized by a relatively flat terrain, the slope of the individual sections varies from 2 to 10%, southern, south-eastern and south-western exposure.

The first observation area was the south-western exposure, slope steepness 2°. She studied the interaction of the three species. Common Oleander (*Nerium oleander* L.). Natural area: Mediterranean. Evergreen shrub or small tree height of 2-6 m. The leaves are 8,5-14 cm long and 1-2,5 cm wide, lanceolate, leathery, 2-3 in whorls. Rather thermophilic shrub: the young who have not completed growth shoots, are damaged at 6°C, with a frost -12°C to the root, and sometimes the roots freeze adult specimens. Model plant: a bush, height – 3,0 m, diameter of the crown – 3,0 m.

Yew (*Taxus baccata* L.). Natural area: the mountainous regions of Europe, the Mediterranean and the Caucasus. Conifer dioecious tree up to 25 m. Crown's wide-sprawling very thick needles 1,5-2 cm long and 0,1-0,2 cm wide, soft, flat, dark green located on the branches in two rows. Yew belongs to the shade-tolerant, wind resistant and moisture-loving species. It

grows slowly. Model plant: a molded multi-stemmed tree, height – 3,2 m, diameter of the crown – 4,1 m.

The results of the research of biometric characteristics of leaves and seasonal growth of shoots, which are widely used in landscape gardening construction on the southern coast of Crimea, revealed a certain level of interaction between types of plants with a joint growth as part of the park curtains. From the crown portion disposed in the direction of the neighboring plants, marked dimensional changes and surface area of the leaf blade, seasonal growth of shoots.

Biometric characteristics of vegetative organs *T. baccata* and *N. oleander* when sharing a part of growing a green curtain in the zone of their mutual influence Phyto-genic *T. baccata* significantly reduced leaf size of *N. oleander*, the average (106,6 ± 2,7 mm), for compared to control (116,3 ± 2,4 mm), the length of the sheet decreased by 9,7 mm, or 9,1%, the width of 1,8 mm or 9,3%. Even more significant reductions biometric characteristics were noted for the seasonal growth of shoots. The average value of *N. oleander* shoot growth in *T. baccata* impact zone was 19,0 ± 0,3 mm, 7,1 mm, or 27,2% less compared with the control (26,1 ± 0,5 mm). Biometrics *T. baccata* in impact zone phytogenic field *N. oleander* not undergone significant changes, marked a slight tendency to increase the size of the leaf blade length and width.

The second pair of plants, whose interaction was studied evergreen viburnum and yew on this site. Evergreen variegated form of Viburnum (*Viburnum tinus* L. 'variegata'). Natural area: Mediterranean. Evergreen shrub up to 3 m with bare, sometimes pubescent shoots, golden-variegated leathery leaves are 5-10 cm long and 1,5-4 cm wide. It prefers a sunny location, but makes the penumbra. Braves – 13-14°C frost, but the winter is often freeze slightly inflorescences. Model plant: a bush, height – 2,0 m, diameter of the crown – 2,8 m.

The phytogenic field zone *V. tinus* size of *T. baccata* leaves significantly decreased. The average length of the leaf blade (22,6 ± 0,9 mm) was reduced to 2,1 mm or 8,5% compared to the control (24,7 ± 0,6 mm), the width (2,3 ± 0,06 mm) by 0,8 mm or 25,8% compared to controls (3,1 ± 0,07). This seasonal shoot growth increased. Thus, unlike *N. oleander* *V. tinus* has had on the growth of vegetative organs of *T. baccata* depressing effect. At the same time biometric characteristics of vegetative organs *V. tinus* in *T. baccata* affected zone increased significantly. The average size of lamina length (68,2 ± 2,3 mm) increased by 7,4 mm or 10,8% compared to control (60,8 ± 1,4 mm), the average width dimension (34,2 ± 1 2 mm) by 5,1 mm or 14,9%. The average value of the seasonal growth of shoots (36,5 ± 2,7 mm) increased compared to the control (29,2 ± 1,9 mm) by 7,2 mm or 19,7%.

On another site south-western exposure, steepness of slope 5° observed quite distinct antagonism of the two species. Splayed Cotoneaster (*Cotoneaster divaricatus* Rend. Et Wils.). Natural habitat: China: Western Sichuan, Hubei West. Dome-shaped shrub with multiple shoots and openwork crown. The leaves are shiny, dark green. The plant prefers lit places, but tolerates

shade. Drought-resistant, not picky about soil conditions, frost hardy. Model plant: a bush, height – 2,5 m, diameter of the crown – 2,8 m.

Within the field of influence Phytogenic *C. divaricatus* there was a significant reduction in size of the vegetative organs *V. tinus*. The average length of the leaf blade ($51,9 \pm 0,2$ mm) decreased compared to control at 9,0 mm or 14,8%, the average width ($25,9 \pm 0,9$ mm) – 3,2 or 10 mm 9% in comparison with the control ($29,1 \pm 0,9$ mm). The average value of the seasonal growth of shoots ($27,7 \pm 2,2$ mm) decreased compared to the control ($29,2 \pm 1,9$ mm) by 1,5 mm or 5,1%.

Vegetative organs *C. divaricatus* in the impact zone *V. tinus* also, albeit to a lesser extent, decreased in size. The average length of the leaf blade ($21,0 \pm 0,7$ mm) decreased compared to the control ($22,8 \pm 0,4$ mm) by 1,8 mm or 7,9%, the average width ($14,4 \pm 0,5$) of 0,7 mm or 4,6% compared to the control ($15,1 \pm 0,3$ mm). The average seasonal growth of shoots ($13,0 \pm 0,6$ mm) decreased by 1,1 mm or 7,8% compared to the control ($14,1 \pm 0,5$ mm). Thus, data in cooperation with two kinds of plants growing in steam joint community inhibition observed relative growth of the vegetative structures. At the same time a dampening effect on the growth processes have plants *C. divaricatus*.

The third area was the south-western exposure and steepness of slope 1°.

Cherry serrate (*Serasus serrulata* 'Kvansan'). Natural habitat: Japan. Deciduous tree or shrub to 10 m with leaves 11-19 cm long and 4-9 cm wide, oblong-ovate, white, sometimes pink fragrant flowers, gathered in umbellate inflorescences. It grows quickly. Light-loving, drought-resistant, tolerates city conditions. It prefers fresh, nutrient-rich sandy loam soils, from neutral to strongly alkaline. Model plant: wood. Height – 4,5 m, trunk diameter – 7,5 m.

Purple loosestrife Cotoneaster (*Cotoneaster salicifolius* French). Natural area: Eurasia, North Africa. Evergreen shrub with a low arched rejected or flattened branches. The leaves are 11-19 cm long and 4-9 cm wide, arranged alternately, oval, dark green, shiny. It tolerates partial shade. Cold-resistant and drought-resistant. Model plant: a bush. Height – 4,2 m, diameter of the crown – 2,5 m.

In the area of influence of *C. salicifolius* vegetative organs of *S. serrulata* (except for the width of the leaf blade) were characterized by a slight increase in size. For *C. salicifolius* phytogenic impact *C. serrulata* identified a significant increase in the biometric data of the vegetative organs. The length of the lamina ($75,6 \pm 2,1$ mm) increased by 16,0 mm, or 26,8% compared to control ($59,6 \pm 1,4$ mm). The width of the lamina ($19,6$

$\pm 0,8$ mm) increased by 5,4 mm or 27,6% compared to control ($14,2 \pm 0,5$ mm). However, the observed reduction in average seasonal growth of shoots ($26,4 \pm 2,3$ mm) to 4 mm, or 13,2% compared to control ($30,4 \pm 1,3$ mm). These two plant species are characterized by a positive sign of interference, which is manifested in the intensification of the vegetative growth of structures in the zone of influence of phytogenic fields. This may be due to the favorable impact of volatile substances emitted by plants of these species as biochemical growth factors, as well as a factor in rehabilitation of air space around the plants, which reduces the negative effects of pathogenic organisms.

Conclusion

The characteristic of the specifics of the growth of vegetative organs of different species of ornamental plants under joint growth in the pack communities. For some pairs of plants identified three types of effect of phytogenic field on the growth of vegetative organs: depressing, neutral and stimulating. Suppression of growth processes of vegetative structures within range of phytogenic field of neighboring plants is obviously determined by the competitive relations in the struggle for the use of environmental resources. The opposite situation - increase in the growth of vegetative organs may be associated with a positive effect of volatile substances emitted by plants, which manifests itself through biochemical stimulation, as well as a factor in rehabilitation of air space around the plants.

This work was supported by RFBR grant № 15-29-02596

References

1. Gorelov A.M. The role of phytogenic field in the formation of spatial structures of woody plant//Modern Phytomorphology Vol.1. 2012. – pp. 137-141.
2. Eremenko Y.A. Allelopathic activity of invasive woody species//Russian Journal of Biological Invasions. 2014. – №2. pp. 33-39.
3. Zhukova L.A. Concept phytogenic fields and modern aspects of their studying//Bulletin of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. 2012. – Vol. 14, № 1(6). pp. 1462-1465.
4. Ivanova L.A. Adaptive signs of leaf structure of plants of different ecological groups//Ecology. 2014. – № 2. – pp. 109-118.
5. Lakin G.F. Biometrics. - M.: Higher School, 1990. – 352 p.
6. Molchanov A.A., Smirnov V.V. Methods of studying growth of woody plants. - M.: Science, 1967. – 100 p.

РЕСУРСЫ НАДЗЕМНОЙ ФИТОМАССЫ В ЭКОСИСТЕМАХ КONTИНЕНТАЛЬНЫХ РАЙОНОВ ЛЕСНОЙ ЗОНЫ КРАЙНЕГО СЕВЕРО-ВОСТОКА АЗИИ

*Пугачев А.А.
Станченко Г.В.
Тихменев Е.А.*

*Институт биологических проблем Севера ДВО РАН
Северо-Восточный государственный университет*

RESOURCES OF THE OVERGROUND PHYTOMASS IN ECOSYSTEMS OF CONTINENTAL PART OF THE FOREST ZONE THE EXTREEM NORTH-EAST OF ASIA

*Pugachev A.A.
Stanchenko G.V.
Tikhmenev E.A.
Institute of biological problems of North FEB RAS
North-East State University*

АННОТАЦИЯ

В статье приводятся сведения о запасах и составе надземной фитомассы типичных экосистем континентальных районов бассейна р. Колыма. Дается ресурсная оценка растительных сообществ высотных поясов. Характеризуется растительный покров горных тундр, пояса кедрового стланика, лиственничных лесов и редколесий, пойменных тополево-чозениевых сообществ, болотных комплексов, а также степных и луговых природных сообществ. Результаты исследований свидетельствуют, что наибольшими запасами надземной фитомассы отличаются пойменные тополево-чозениевые леса - до 170,00 т/га. Заметно ниже продуктивность лиственничных лесов и редколесий (19,83-60,21 т/га), для кедровостланиковых сообществ она составляет 25,96-43,32, горных тундр от 3,26 до 4,08, степей - до 2,27, болота - 1,67-2,80, луга - 1,00-1,70 т/га. Все параметры продуктивности растительного покрова континентальных районов рассматриваемой территории, подчиняются общей закономерности. Они отражают процесс формирования фитомассы в четком соответствии с энергетическим балансом ландшафта.

ABSTRACT

The article presents the results of examination of stocks and structure of phytomass in typical ecosystems of the basin of the Kolyma. Resource assessment of the plant communities of altitude belts is provided. Mountainous tundra, pine and larch forests, *Populus-Chosenia* communities of the flood plain, as well as steppe and meadow are under consideration. Investigation shows that the largest stockpiles of phytomass are characteristic for flood-plain forest (up to 170 t/ha). The larch forests produced of phytomass within 19.83 - 60.21 t/ha. pine communities - 43.32 - 25.96, mountain tundra - 4.08-3.26, steppes - 2.27, swamp - from 1.67 to 2.80, meadows 1.00 -1.70 t/ha. Parameters of productivity of plant communities of the territory under consideration, follow the common pattern. They reflect the process of phytomass formation in strict compliance with the energy balance of habitats.

Ключевые слова: растительность, фитомасса, теплообеспеченность, абиотические факторы, криоли-тозона, экологические системы.

Keywords: vegetation, phytomass, heat supply, abiotic factors, permafrost, ecological systems.

Запасы надземной фитомассы растительных сообществ являются интегральным показателем взаимодействия факторов природной среды, влияющих на формирование и особенности функционирования экосистем, определяя их продуктивность. Для континентальных районов лесной зоны, на которые приходится более 264 тыс. км² территории Крайнего Северо-Востока Азии, они изучены всё еще недостаточно [3 -5, 9].

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Климат территории характеризуется как континентальный, субарктический. Для него характерны большие различия климатических показателей и типов погоды, обусловленные рельефом и высотной поясностью. Стекание холодных масс воздуха зимой с горных склонов в межгорные долины вызывает выхолаживание последних. Лето в

долинах и межгорных котловинах сравнительно теплое: средняя температура июля достигает 15-16° С, сумма положительных температур превышает 1200-1500°С. Основные показатели климата таежной зоны приведены в таблице 1.

Резкая континентальность климата с маломощным снежным покровом и длительным воздействием отрицательных температур воздуха обусловили повсеместное распространение многолетней мерзлоты и активное развитие процессов криогенного массообмена. Значительную часть площади гор занимают каменистые россыпи, гольцы и горные тундры. Растительный покров насыщен арктическими, арктоальпийскими и горно-тундровыми элементами флоры (Флора и растительность..., 2010). Высотная поясность выражена достаточно четко. Между горными тундрами и лиственнич-

ными редколесьями отчетливо выделяется неширокий (50-150 м по вертикали) пояс кедрово-стланиковых сообществ, наиболее густых на склонах южной экспозиции. Кустарниковый пояс тесно смыкается с горными редколесьями, постепенно заходя

под его разреженный пояс в качестве подлеска. Сначала появляются отдельные

Таблица 1.

Показатели климата таежной зоны Крайнего Северо-Востока

Зона Метеостанция	Средняя температура воздуха, °С			Сумма температур, °С			Средняя продолжительность периода, дни		Количество осадков, мм		
	Годовая температура	I-II	VI-VIII	>0°	>5°	>10°	безморозный период, дней	t° >5°С	за год	за I-Y	за VI-IX
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Палатка	-6,1	-22,1	12,0	1238	1145	801	143	110	370	159	217
Талон	-7,5	-27,6	13,1	1384	1302	1012	148	116	564	259	305
Сусуман	-13,6	-37,7	11,7	1203	1136	836	131	104	291	77	214
Среднекан	-11,8	-36,2	13,4	1431	1361	1125	139	113	417	221	196
Колымская водно-баллан-совая станция	-11,8	-33,2	11,3	1114	1042	740	128	99	298	105	193
Усть-Омчуг	-11,0	-33,5	12,6	1289	1211	917	138	109	282	115	167
Сеймчан	-11,9	-37,1	13,6	1466	1397	1147	140	114	284	144	140
Зырянка	-12,0	-36,7	13,2	1416	1344	1116	139	111	265	114	151

угнетенные лиственницы, ниже по склону число их и размер увеличиваются, и, наконец, они покрывают нижнюю треть горных склонов.

Лиственничные леса и редколесья в зависимости от экспозиции и крутизны склонов, гранулометрического состава почв и микроклимата образуют много вариантов фитоценозов, часто сменяющих друг друга в зависимости от характера рельефа. На террасах горных рек и конусах выноса встречаются узкие полосы достаточно продуктивных лиственничных лесов. Для песчано-галечниковых пойм обычны тополево-чозениевые, чозениевые и лиственнично-чозениевые леса.

На коренных склонах долин южных экспозиций среди горных редколесий встречаются реликтовые степные ландшафты. На них произрастает много видов растений, близких видам Северной Америки и Центральной Азии. Например, овсец Крылова, лапчатка Толля и анадырская, звездчатка якутская, остролодка Шелудяковой.

Определение запасов и структуры надземной фитомассы проводилось согласно методическим указаниям Л. Е. Родиным, Н. П. Ремезовым и Н. И. Базилевич (1968). Под фитомассой понимается количество живого органического вещества фитоценоза (сосудистых растений и лишайников, без учета микрофлоры и водорослей). Площадь пробных участков составляла 400 м², непосредственные учеты проводились на репрезентативных площад-

ках 0,25 м² в 10-ти кратной повторности. Репрезентативность учетных площадок напочвенного покрова для каждой пробной площадки определялось по формуле, принятой в геоботанических исследованиях: $N=V^2:P^2$, где N - число повторностей, V - коэффициент вариации, P - желаемая точность [2]

Запасы фитомассы лиственницы определялись методом модельных деревьев из расчета по одному дереву на каждую ступень толщины. Для модельных деревьев определялись значения массы в абсолютно-сухом состоянии следующих фракций: стволовой древесины и коры, крупных (толще 1,0 см) и тонких (тоньше 1,0 см) ветвей, сухих ветвей, ауксисластов, хвои, шишек прошлых лет и текущего года, эпифитов. Полученные данные выравнивались графически. На этой основе и данных перечета древостоя выполнялся расчет запаса всех фракций для числа деревьев в каждой ступени толщины, затем на 1 га. Аналогично учитывалась и фитомасса подроста, но модели отбирались не по ступеням толщины, а по группам высот. Масса подлеска определялась по трем модельным кустам разных размеров для каждого вида с учетом данных картирования и сплошного перечета кустарников.

Определению фитомассы кедрового стланика предшествовал сплошной пересчет ветвей и стволов, замеры их длины и толщины. Средний диаметр стволов и ветвей у основания находился общепринятым в лесной таксации методом через площадь поперечного сечения. Все ветви группировались по

односантиметровым ступеням толщины. При непосредственном учете растительной массы стланика бралось по 4-6 модельных ветвей, по которым определялись запасы хвои, побегов ветвей и стволовой древесины. К последней относились части стланика лежащие на земле, к ветвям – ветви первого порядка, отходящие от стволов и произрастающие отдельно. Затем строились графики, на оси ординат откладывалась масса хвои, побегов и ветвей, а на оси абсцисс – толщина ветвей. С графиков весовые значения для соответствующих частей стланика снимались для каждой ступени толщины, что дало возможность, используя материалы пересчета, перейти к запасу фитомассы стланика. Стволовая часть стланика определялась по средней модельной ветви с последующим умножением на число стволов.

За границу раздела растительного вещества на надземную и подземную фитомассу принималась линия перехода живых (зеленых) мхов в бурые (отмершие); у лишайников к подземной биомассе относились наиболее темные, частично разложенные, части. Укосы фитомассы высушивались при температуре 105°C до постоянного веса. Видовые названия растений приведены по А. П. Хохлакову (1985).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Горные тундры. Изучалась надземная фитомасса наиболее распространенных двух типов тундр – диапенсиево-кассиопово и дриадово-кассиоповая с хорошо развитым лишайниковым покровом. *Горная диапенсиево-кассиопеево-лишайниковая пятнистая тундра*, приуроченная к выположенной вершине склонов. Каменистость поверхности достигает 12% площади, на пятна голого грунта приходится около 26%. Кустарниковый ярус разрежен. Его высота составляет 5-10 см. Среди кустарников доминируют *Betula exilis* и *Salix phlebophylla*. Травяно-кустарничковый ярус представлен *Vaccinium uliginosum*, *Rhododendron parvifolium*, *Cassiope ericoides*, *Dryas punctata*, *Carex arctisibirica* и некоторыми другими видами с меньшим обилием. В лишайниковом покрове доминируют *Alectoria ochroleuca*, *Cornicularia divergens*, *Cetraria cucullata*, *C. nivalis* (рис. 1).

Горная дриадово-кассиопеево-лишайниковая тундра. Находится на краю гребня склона. Камни занимают до 17% поверхности. Травяно-кустарничковый ярус представлен *Rhododendron parviflora*, *Cassiope ericoides*, *Dryas punctata*, *Carex arctisibirica* и некоторыми другими видами. На лишайники приходится около 30% площади. Среди них доминируют *Alectoria ochroleuca*, *Cornicularia divergens*, *Cetraria cucullata*, *C. nivalis* и *Thamnia vermicularis*.



Рис. 1. Растительный покров горных тундр.

Таблица 2.

Надземная фитомасса горно-тундровых фитоценозов (в числителе т/га, в знаменателе - % от фитомассы)

Компоненты фитомассы	Горная тундра	
	1	2
Фитомасса	3,26/ 100,0	4,08/ 100,0
в т.ч. кустарнички	1,19/ 36,5	1,02/ 25,0
травянистые	0,03/ 0,9	0,06/ 1,5
мхи, лишайники	2,04/ 62,6	3,00/ 73,5

Примечание: 1 - диапенсиево-кассиопеево-лишайниковая пятнистая, 2 - дриадово-кассиопеево-лишайниковая.

В составе надземной фитомассы горных тундр доминируют мхи и лишайники (табл. 2). Роль кустарничков достаточно велика, в то же время доля

травянистых растений незначительна.



Рис. 1. Высотный пояс кедровых стлаников (*Pinus pumila*).

Сообщества кедрового стланика. Изучалась фитомасса двух кедровостланиковых сообществ. Кедровник шикшево-бруснично-лишайниковый приурочен к платообразной поверхности шлейфа склона. Высота *Pinus pumila* 1,5-2,0 м, сомкнутость 0,7-0,8. За пределами рассматриваемой экосистемы на расстоянии 15-20 м друг от друга встречаются отдельные экземпляры *Larix cajanderi* высотой 3,0-7,0 м. Кустарнички представлены главным образом *Betula middendorffii*. В кустарничковом ярусе доминируют *Ledum decumbens*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Empetrum nigrum*. По периферии пятен вымораживания обилен *Arctous alpina*. Среди лишайников преобладают *Cladonia rangiferina* и *Cetraria islandica*. Мхи, в основном *Polytrichum commune*,

приурочены к куртинам *Pinus pumila*, реже к межкуртинным пространствам.

Кедровник багульниково-лишайниковый приурочен к средней части склона юго-восточной экспозиции. Абсолютная высота 810 м, уклон 5-10°. Сомкнутость зарослей 0,7-0,8, высота 1,5-2,0 м. Встречаются единичные кусты *Betula middendorffii*. Кустарничковый ярус представлен *Vaccinium vitis-idaea*, *Ledum decumbens*, *Empetrum nigrum*. Среди лишайников доминируют *Cladonia alpestris* и *Cetraria cucullata*. Мхи распространены диффузно. По сравнению с кедровником шикшево-бруснично-лишайниковым напочвенный покров данной экосистемы характеризуется большим однообразием и бедностью флористического состава.

Общая надземная фитомасса кедрово-стланиковых сообществ колеблется от 26 до 43 т/га (табл. Таблица 3.

3), что по 10-бальной шкале продуктивности фитоценозов [6]. соответствует V (25-50 т/га) группе.

Надземная фитомасса кедрово-стланиковых фитоценозов (в числителе т/га, в знаменателе - % от фитомассы)

Компоненты фитомассы	Заросли кедрового стланика	
	1	2
Фитомасса	25,96/ 100,0	43,32/ 100,0
в т.ч. кедровый стланик	22,17/ 85,4	40,67/ 94,1
кустарнички	2,93/ 11,3	1,82/ 4,2
мхи, лишайники	0,80/ 3,3	0,84/ 1,7

Примечание: 1 - шикшево-бруснично-лишайниковые, 2 - багульниково-лишайниковые.

В составе фитомассы доминирует кедровый стланик. По сравнению с горными тундрами значительно снижается роль кустарничков, а мхов и лишайников становится незначительной.

Лиственничные леса и редколесья. Редкостойный сфагновый лиственничник расположен на третьей террасе р. Колыма. Насаждение чистое, перестойное [9]. Деревья низкорослые, с изогнутыми стволами и ненормально развитыми кронами. Имеются единичные экземпляры сухостоя. Подлесок из кустарничковом ярусе обилие *Ledum palustre*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Empetrum nigrum*, *Oxycoccus microcarpus*, *Rubus chamaemorus*, *Chamaedaphne calyculata*. Из травянистых растений – *Eriophorum callitrix*, *Carex lugens*, *C. globularis*, *Pyrola rotundifolia*, *Equisetum palustre*. Хорошо развит моховой

покров из *Sphagnum palustre*, *S. wulfianum*, *S. angustifolium*, *S. girgensohnii*, значительно реже встречаются зеленые мхи рода *Dicranum*. Из-за мощного сфагнового покрова слабо развиты лишайники, представленные *Cladonia rangiferina* и видами *Cetraria*.

Лиственничник бруснично-зеленомошный с подлеском из *Pinus pumila* и *Betula middendorffii*. Расположен на коренном берегу р. Колыма. Насаждение чистое, средневозрастное, высокополнотное. Подлесок редкий, невысокий. Напочвенный покров сплошной, развит хорошо. Травяно-кустарничковый ярус представлен *Ledum palustre*, *Vaccinium uliginosum*, *V. vitis-idaea*, *Empetrum nigrum*, *Poa pratensis*, *Carex pallida*.



Рис. 2. Редкостойные лиственничники (*Larix sibirica*) Верхнеколымского нагорья.

Таблица 4.

Надземная фитомасса лиственных лесов и редколесий (в числителе т/га, в знаменателе - % от фитомассы)

Компоненты фитомассы	1	2	3
Фитомасса	60,31/100,0	19,83/100,0	44,14/100,0
Древостой лиственницы	14,29/ 23,7	6,99/ 35,2	27,24/ 61,7
Подрост лиственницы	-	0,06/ 0,3	1,03/ 2,3
Подлесок	38,68/ 64,2	0,12/ 0,6	9,66/ 21,8
в т.ч. кедровый стланик	34,66/ 57,5	0,02/ 0,1	9,29/ 21,0
береза Миддендорфа	4,02/ 6,7	0,10/ 0,5	0,24/ 0,5
ольховник	-	-	0,13/ 0,3
Травы и кустарнички	3,22/ 5,3	1,66/ 8,4	4,18/ 9,5
Мхи и лишайники	4,12/ 6,8	11,00/ 8,4	2,06/ 4,7

Примечание: 1 - рединый сфагновый, 2 - зеленомошно- багульниковый, 3 - зеленомошно-брусничный; - вид отсутствует.

Моховой покров из пятен зеленых мхов: *Polytrichum commune*, *P. alpinum*, *Dicranum mayum*; развиты слабо – *Cladonia rangiferina*, *Cetraria nivalis*, *C. islandica* (рис.2).

Лиственничник бруснично-зеленомошный расположен на третьей надпойменной террасе. Редкостойный, средневозрастной. Насаждение чистое, III разряд высот, II класс бонитета. Хорошо развит подрост лиственницы. Напочвенный покров хорошо развит, проективное покрытие достигает 90%. В кустарничком ярусе обилие *Vaccinium uliginosum*, *V. vitis-idaea*, *Empetrum nigrum*. Травянистый покров значительно реже, представлен *Calamagrostis langsdorffii*, *C. angustifolium*, *Carex pollida*, во влажных микрозападинах - *Pyrola rotundifolia*, *Equisetum arvense*.

Из таблицы 4 следует, что в составе фитомассы рединых сфагновых лиственничников доминирует кедровый стланик, в лиственничниках зеленомошно-багульниковом и зеленомошно-брусничном - древостой лиственницы. Надземная фитомасса лиственных лесов и редколесий континентальных районов колеблется от 19 до 60 т/га, что по 10-бальной шкале продуктивности фитоценозов соответствует IV, V (25-50 т/га) и VI (50-100 т/га) группам [6].

Тополево-чозениевые леса, уникальные природные комплексы, занимают немногим более 1% лесопокрытой площади региона и встречаются только в поймах рек, где размещение их носит исключительно ленточно-островной характер. Тополево-чозениевые леса отличаются высокой производительностью с ежегодным приростом до 5т/га, а

средний запас древесины достигает 170 м³/га при полнота 0,7 и II – III класса бонитета. Довольно густой подлесок представлен *Padus avium*, *Sorbus sambucifolia*, *Rosa acicularis*, *Alnus hirsuta*. Имеется хорошо развитое разнотравье.

Болота. Пушицево-кочкарное болото. Расположено на высокой террасе р. Колыма. Осоково-пушицевые кочки занимают 20% поверхности фитоценоза, 80% - межкочечное пространство. На периферии кочек, сформированных *Eriophorum vaginatum* и *Carex lugens*, присутствуют *Ledum decumbens*, *Vaccinium vitis-idaea*, *V. uliginosum*, *Rubus chamaemorus*. На межкочечных участках к ним добавляется *Betula exilis*

Горное пушицево-осоково-сфагновое болото находится на ровном с небольшим уклоном (1 - 2°) участке горного склона. Облик ландшафта определяет осоковые и пушицевые кочки (высотой 0,3 - 0,5 м) и мочажины, заполненные водой. Отмечается наличие крупных валунов. Кустарничковый ярус представлен *Betula exilis* и *Salix fuscescens* высотой 0,1-0,2 м. Общее проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса 70-80% (кустарнички 20 – 25%). В нем господствуют *Vaccinium uliginosum*, *Ledum palustre*, *Rhododendron redowskianum*, *Diapensia obovata*, *Vaccinium vitis-idaea*. Обильны *Eriophorum vaginatum* и *Carex lugens*. Лишайники (*Cetraria nivalis* и *C. cucullata*) распространены диффузно. Моховой покров сформирован в основном сфагном. Запасы надземной фитомассы колеблются от 1,67 до 2,8 т/га (табл. 5).

Таблица 5.

Надземная фитомасса болотных фитоценозов (в числителе т/га, в знаменателе - % от фитомассы)

Компоненты фитомассы	Болото	
	1	2
Фитомасса	1,67/ 100,0	2,80/ 100,0
в т.ч. кустарники, кустарнички	0,76/ 45,5	0,60/ 21,4
травянистые	0,36/ 21,6	1,22/ 43,6
мхи, лишайники	0,55/ 32,9	0,98/ 35,0

Примечание: 1 - пушицево-кочкарное, 2 - горное пушицево-осоково-сфагновое.

Определенное участие в формировании растительного покрова зоны затопления принимают комплексные бугристо-мочажинные болота, обязанные

своим происхождением многолетней мерзлотой. Соотношение бугров и мочажин может резко коле-

баться; чаще бугры занимают 60-70% (до 80%). Мочажины болот сильно обводнены, вытянуты в длинные полосы или замкнуты, округлы.

Степи. Участок злаково-разнотравной степи расположен в левобережной части долины р. Колыма на южном склоне крутизной 30-35°. Напочвенный покров состоит из *Poa pratensis*, *P. angustifolia*, *Deschampsia sukatschewii*, *Trisetum sibiricum*, *Thimus serpyllum*, *Polemonium campanulatum*, *Potentilla nivea*. Запасы надземной фитомассы в таких сообществах составляют 2,27 т/га.

Луга. Луга разнотравно-вейниковые – занимают среднеувлажненные участки пойм. Средняя высота их травостоя – 70 см. В нем обычно доминируют *Calamagrostis langsdorffii*, *Poa arctica*, *Galium boreale*, *Tanacetum boreale*, *Carex pallida* и *C. cryptocarpa*, а также некоторые другие травы. Урожай сена колеблется от 1,00 до 1,70 т/га.

Заключение

Анализ полученных данных позволяет утверждать, что все параметры продуктивности растительного покрова - от горных тундр до долинных лесов, при отсутствии аномалии увлажнения подчиняются общей закономерности. Они отражают процесс формирования фитомассы в четком соответствии с энергетическим балансом ландшафта. Прослеживается определенная смена компонентов надземной фитомассы с увеличением её запасов по мере снижения высотных отметок. Горные тундры сменяются кедровостланиковыми сообществами, лиственничные редколесья с участием кедрового стланика переходят в лиственничные леса. На пойменных участках водотоков произрастают ленточные тополево-чозениевые леса, к депрессиям рельефа приурочены болота, на горных склонах - степи и луга со злаковым разнотравьем. Полученные сведения о структуре и запасах фитомассы вполне сопоставимы с данными, приводимыми в монографии Н.И. Базилевич (1993), характеризующие экосистемы полярного и бореального поясов растительного покрова Азии.

Литература

1. Базилевич Н. И. Биологическая продуктивность экосистем Северной Евразии, М., 1993. - 293 с.
2. Василевич В.И. Требования, необходимые для получения достоверных данных в работах по биологической продуктивности // Ботан. журн., 1969. №1. - С. 111-116.
3. Пугачев А. А. Биологический круговорот и почвообразование в ландшафтах Крайнего Северо-Востока России. Магадан : СВНЦ ДВО РАН, 2009. – 116 с. ISBN 978-5-94729-100-1
4. Пугачев А.А., Тихменев Е.А. Особенности функционирования наземных экосистем континентальных районов бассейна Колымы // Сохранение биологического разнообразия наземных и морских экосистем в условиях высоких широт: Мат. Международ. научно-практич. конф. (Мурманск, 13-15 апреля 2009 г.) Мурманск: МГПУ. 2009. - С. 236-239.
5. Пугачев А.А., Тихменев Е.А. Структурно-функциональная организация и динамика почвенно-растительного покрова Крайнего Северо-Востока России. Монография. Магадан: Изд-во СВГУ, 2011. – 197 с. ISBN 978-5-91260-059-3.
6. Родин Л. Е., Базилевич Н. И. Динамика органического вещества и биологический круговорот зольных элементов и азота в основных типах растительности земного шара. М.:Л., 1965. 254 с.
7. Родин Л. Е., Ремезов Н. П. и Базилевич Н. И. Методические указания к изучению динамики и биологического круговорота в фитоценозах. Л., 1968. - 144 с.
8. Флора и растительность Магаданской области (конспект сосудистых растений и очерк растительности). Магадан: ИБПС ДВО РАН, 2010. – 364 с.
9. Хлыновская Н.И., Нестеренко А.И., Подковыркина Н.Е. Запасы общей фитомассы основных типов растительности в ландшафтах Северо-Востока. - В кн.: Проблемы изучения и охраны ландшафтов Северо-Востока СССР.-Владивосток: ДВО АН СССР, 1988. - С. 8-27.
10. Хохряков А. П. Флора Магаданской области. М., 1985. 398 с.

МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ

К ВОПРОСУ О БИОГЕОХИМИЧЕСКИХ ПРОВИНЦИЯХ И ГИГИЕНИЧЕСКОЙ ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ

Абрамкин А.В.

ГБОУ ВПО «Нижегородская государственная медицинская академия» (НижГМА), г. Нижний Новгород, Россия, аспирант.

THE QUESTION OF BIOGEOCHEMICAL PROVINCES AND HYGIENIC DRINKING WATER QUALITY ASSESSMENT

Abramkin A.V., Nizhny Novgorod State Medical Academy (NNSMA), Nizhny Novgorod, Russian Federation, post-graduate student.

АННОТАЦИЯ

Автором был произведен анализ качества питьевой воды систем централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения Республики Мордовия за период 2009-2015гг. Изучены основные водные ресурсы и источники водоснабжения региона. Определены органолептические, санитарно-химические, паразитологические и микробиологические характеристики питьевой воды. Изучена динамика изменений качества питьевой воды за исследуемый период. Установлены приоритетные загрязнители питьевой воды региона. Поставлен вопрос о наличии на территории биогеохимической провинции и необходимости проведения профилактических мероприятий на территории Республики Мордовия.

ABSTRACT

The author was made analysis of the quality of drinking water systems, centralized drinking water supply of the Republic of Mordovia for the period 2009-2015. Studied the main water resources and water supplies in the region. Defined organoleptic, sanitary-chemical, parasitological and microbiological characteristics of drinking water. The dynamics of changes in the quality of drinking water during the study period. Established priority pollutants of drinking water in the region. It raised the question of the presence on the territory of a biogeochemical province and the need for preventive measures in the territory of the Republic of Mordovia.

Ключевые слова: питьевая вода, качество питьевой воды, Республика Мордовия, фтор, флюороз, биогеохимическая провинция.

Keywords: drinking water, drinking water quality, Republic of Mordovia, fluoride, fluorosis, biogeochemical province.

Постановка проблемы. Водопроводная питьевая вода является благом первой необходимости и жизненной важности для каждого человека и значима для общества в целом. Гарантированное обеспечение населения водопроводной питьевой водой должного качества является одним из приоритетных направлений деятельности властных институтов муниципального, регионального и федерального уровней, которое охватывает всю полноту социальных слоев общества. Вода имеет важное гигиеническое значение, и ее качество рассматривается как ведущий показатель санитарного благополучия населения. Более того, качественная питьевая вода - это залог эффективной профилактики болезней сердечно-сосудистой системы, старческого слабоумия, деменции, депрессии, ожирения, астмы, аллергических заболеваний опухолей, рака, запоров, сахарного диабета, ферментопатий, катаракты и многих других заболеваний [4,13].

Минеральная питьевая вода широко используется для санаторно-курортного лечения пациентов с болезнями кожи, в том числе и аллергического характера [9]. Употребление достаточного количества жидкости снижает не только аллергологическую, но и токсикологическую нагрузку на организм [8]. Поэтому крайне важно следить и поддерживать должное качество питьевой воды, подаваемой населению.

Однако ввиду геологических особенностей почв некоторые территории имеют многолетие повышенные концентрации отдельных химических веществ. В 1938 г. советский геохимик, академик Академии наук СССР Александр Павлович Виноградов ввел в науку понятие «биогеохимическая провинция», обозначив, таким образом, территории, в почве которых концентрация химических элементов в силу природных причин оказывается выше или ниже оптимального природного уровня. Следствием этого является повышенная или пониженная концентрация химических веществ в воде, растениях и сельскохозяйственных культурах.

У населения, проживающего в таких биогеохимических провинциях, в результате избытка либо дефицита отдельных химических элементов возникают так называемые эндемические заболевания, такие как железодефицитная анемия, зоб, флюороз, кариес, уролитиаз и прочие. Помимо этого, превышение предельно допустимых концентраций химических веществ в питьевой воде ведет к различным физиологическим сдвигам и развитию патологии почек, сердечно-сосудистой системы, органов пищеварения и опорно-двигательного аппарата [10]. Питьевая вода с повышенным содержанием некоторых химических элементов также является фактором канцерогенного риска для населения [5].

Определение наличия биогеохимических провинций, анализ влияния природных факторов на

здоровье населения, проживающего на таких территориях, а также разработка профилактических мероприятий – есть важная необходимость для профилактической медицины. В противном случае возникают самые разнообразные патологии и население вынуждено прибегать к медикаментозному лечению, а иногда даже приобретать лекарство из Европы, США и из других стран.

Анализ последних исследований и публикаций. Оценка качества питьевой воды систем централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения (далее - ЦХПВ) постоянно освещается в научной литературе. Наблюдение за характеристиками питьевой воды и их корректировка при необходимости – это эффективный способ сохранения здоровья миллионам водопользователей.

По состоянию на 2014г год только 63,9% населения обеспечено доброкачественной питьевой водой. При этом большая часть этого населения (81,0%) проживает в городах [4]. При этом речь не идет о немедленном ухудшении здоровья человека, употребившего недоброкачественную питьевую воду. Изменения в организме протекают в виде физиологических сдвигов, постепенно напрягаются все системы организма. Повышается токсическая, канцерогенная, тератогенная, аллергическая нагрузка на организм, что в итоге может повлечь за собой всевозможные патологии.

Важно отделять природные особенности питьевой воды от приобретенных в ходе технологической обработки. При этом современные методы хорошо борются с микробиологической и паразитологической обсемененностью питьевой воды. Но химическая полноценность питьевой воды пока остается недостижимой.

В тоже время проблемы биогеохимических провинций и связанные с ними особенности питьевой воды затрагивают многие регионы России. Согласно научной литературе, данная проблема активно изучается в Смоленской области [7], в Якутии [6], в Республике Дагестан [11], Забайкалье [1], Курской области [14] и многих других. Однако территория Республики Мордовия остается малоизученной в плане наличия на её территории биогеохимических провинций и их влияния на химический состав питьевой воды систем ЦХПВ.

Цель статьи. Основной целью данного исследования являлось определение наличия биогеохимической провинции на территории Республики Мордовия. Для достижения цели были поставлены следующие основные задачи: 1. Изучение водных источников, используемых для питьевого водоснабжения на территории региона. 2. Определение многолетних органолептических, санитарно-химических, паразитологических и микробиологических показателей питьевой воды ЦХПВ. 3. Определение приоритетных загрязнителей питьевой воды региона. 4. Установление наличия биогеохимической провинции на территории Республики Мордовия и определение необходимости проведения для населения групповых и индивидуальных профилактических мероприятий.

Для оценки качества питьевой воды систем ЦХПВ Республики Мордовия был использован аналитический метод. Проведено изучение открытых данных о гидрологических ресурсах региона по материалам электронного ресурса Геопортал Республики Мордовия. Изучены Государственные доклады «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения Республики Мордовия» за период 2009-2015гг., подготовленные Управлением Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Республике Мордовия совместно с ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Мордовия».

На базе ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Мордовия» рассмотрены результаты мониторинга качества питьевой воды систем ЦХПВ за 2009-2015гг.

За исследуемый период пробы питьевой воды систем ЦХПВ для мониторинга изучаемых показателей отбирались ежемесячно на территории всех административных районов Республики Мордовия: Ардатовского, Атюрьевского, Атяшевского, Большеберезниковского, Большеигнатовского, Дубенского, Есельниковского, Зубово-Полянского, Инсарского, Ичалковского, Кадошкинского, Ковылкинского, Кочкуровского, Краснослободского, Лямбирского, Рузаевского, Ромодановского, Старошайговского, Темниковского, Теньгушевского, Торбеевского, Чамзинского а также городского округа Саранск.

Отбор и доставка проб питьевой воды производилась в соответствии с требованиями нормативных документов: ГОСТ Р 51592-2000 «Вода. Общие требования к отбору проб», ГОСТ Р 53415-2009 (ИСО 19458:2006) «Вода. Отбор проб для микробиологического анализа», ГОСТ 31862-2012 «Вода питьевая. Отбор проб», ГОСТ Р 56237-2014 «Вода питьевая. Отбор проб на станциях водоподготовки и в трубопроводных распределительных системах».

Исследование проб осуществлялось по общепринятым методикам на базе аккредитованных испытательного лабораторного центра ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Мордовия» и его филиалов.

Качество питьевой воды систем ЦХПВ изучалось по органолептическим показателям (запах, привкус, цветность, мутность), санитарно-химическим показателям (водородный показатель, жесткость общая, нитраты, нитриты, общая минерализация, окисляемость перманганатная, аммиак, магний, сульфаты, хлориды, железо, кадмий, марганец, медь, никель, йод, фториды, хром, цинк, свинец, нефтепродукты, пестициды), паразитологическим и микробиологическим показателям (термотолерантные колиформные бактерии (ТКБ), общие колиформные бактерии (ОКБ), общее микробное число (ОМЧ), колифаги, споры сульфитредуцирующих клостридий). Исследование цист лямблий не проводилось, поскольку данный показатель определяется только в питьевой воде систем ЦХПВ, добываемой из поверхностных водных источников.

Оценка изучаемых показателей производилась на соответствие СанПиН 2.1.4.1074 «Питьевая вода и водоснабжение населенных мест. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы».

Изложение основного материала. Поверхностные водные ресурсы Республики Мордовия (далее - РМ) представлены реками, пойменными озерами (около 500) и десятью крупными водохранилищами. Самые крупные реки республики - Мокша - приток Оки и Сура, впадающая в Волгу. Основное же количество рек РМ (примерно 55,5%) представлено самыми малыми и мельчайшими реками, характеризующимися непостоянным дебитом в течение года: основной годовой речной сток (60-95%) приходится на апрель – май [2]. Поэтому на территории всей РМ для целей ЦХПВ используют подземные артезианские воды. В 2015г. ЦХПВ населения Республики Мордовия осуществлялось за счет 1464 артезианских скважин [3].

Территория РМ расположена на территории двух артезианских бассейнов: в юго-западной части Волго-Сурского бассейна и в северо-западной периферии Приволжско-Хоперского бассейна. На территории Волго-Сурского бассейна, который занимает 80% территории РМ, расположены централизованные водозаборы г. Саранск, г. Рузаевка, г. Краснослободск, с. Большие Березники и г. Ардатов. Приволжско-Хоперский бассейн (около 20% территории) используют для целей ЦХПВ в г. Инсар, р. п. Зубова Поляна, г. Ковылкино, р. п. Торбеево.

В западной и центральной части Мордовии питьевая вода артезианских источников имеет следующие характеристики: пониженная минерализация (сухой остаток – до 0,5 г/дм³), общая жесткость – 1,0-15,0 мг-экв/л с преобладанием карбонатов. Характер минерализации – магниевый-кальциевый гидрокарбонатный, либо магниевый-кальциевый гидрокарбонатно-сульфатный. Питьевая вода восточной части Мордовии характеризуется повышенной минерализацией (сухой остаток – 1,0-3,0 г/дм³), общей жесткостью – до 30 мг-экв/л и хлоридно-сульфатным составом. Важной негативной особенностью артезианской питьевой воды РМ является практически полное отсутствие в ней важного микроэлемента – йода [2,3].

По данным Управления Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека в РМ (далее - УРПН по РМ) в 2009-2015 гг. приоритетными веществами, загрязняющими питьевую воду систем централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения в РМ, были:

а) Поступающие из источника водоснабжения: фтор (в Атяшевском, Большеберезниковском, Дубенском, Зубово-Полянском, Инсарском, Кадошкинском, Ковылкинском, Кочкуровском, Красно-

слободском, Лямбирском, Рузаевском, Торбеевском, Чамзинском районах и г. Саранск); железо (в Больше-Игнатовском, Дубенском, Ромодановском районах); бор (в Зубово-Полянском, Ромодановском, Торбеевском районах); стронций (в Больше-Игнатовском районе);

б) Загрязняющие в процессе транспортирования из-за высокого износа разводящих сетей ЦХПВ: железо (Ардатовский, Атяшевский, Большеберезниковский, Больше-Игнатовский, Кадошкинский, Кочкуровский, Рузаевский, Старо-Шайговский, Темниковский, Чамзинский районы и г. Саранск).

Ежегодно более 200 000 человек в РМ употребляют питьевую воду ЦХПВ, не отвечающую гигиеническим нормативам по содержанию химических веществ [3].

По данным ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Мордовия» за период наблюдения с 1994 г. по 2009 г. содержание химических веществ в питьевой воде систем ЦХПВ РМ не превышало гигиенические нормативы, за исключением фтора, железа, общей жесткости, которая обусловлена гидрокарбонатами Са и Mg, а также сульфатами, хлоридами Са и Mg.

Следует отметить значительное превышение ПДК фторидов в питьевой воде системы ЦХПВ РМ. Так в 2009-2015 г. концентрация фторидов в питьевой воде Инсарского района составляла 7,06-7,78 мг/л (4,7-5,2 ПДК), Торбеевского и Зубово-Полянского районов – 2,4-3,3 мг/л (1,6-2,2 ПДК), Рузаевского района – 2,4-2,89 мг/л (1,6-1,9 ПДК), Б. Березниковского – 2,26-2,34 мг/л (1,5-1,56 ПДК).

Качество воды из распределительной водопроводной сети в течение 2009-2015 гг. оставалось примерно на одном уровне. Доля проб питьевой воды, не соответствующих гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям, составила в 2009 – 2012 гг. 38,7- 36,8% (по РФ 16,9-16,7%); в 2013-2015 гг. 39,4-34,1% (по РФ 16,4-15,5%). Основной причиной несоответствия проб питьевой воды является природный характер подземных вод, где отмечается повышенное содержание фторидов [3].

По микробиологическим показателям доля проб питьевой воды, не соответствующих гигиеническим нормативам в 2009-2012 гг. находилась на уровне 5,2% (по РФ в 2011 г. - 4,6%), в 2013 г. – 4,6% (по РФ – 4,5%), а в 2014-2015 гг. составила 4,5-4,4% (по РФ за 2014 г. - 3,7%). Доля проб питьевой воды, не соответствующих гигиеническим нормативам по паразитологическим показателям, составила за 2009-2015 гг. - 0% (по РФ за 2009-2015 гг. 0 – 0,1%).

В 2011-2013 гг. более 135 тысяч человек употребляли питьевую воду с общей жесткостью ≥ 10 мг/экв/л. В 2013 г. на 10 административных территориях Республики Мордовия питьевая вода не соответствовала гигиеническим нормативам по жесткости (2011-2012 гг. – на 8 административных территориях) [3].

Неблагополучными по качеству питьевой воды признаны территории: Ардатовский, Атяшев-

ский, Инсарский, Торбеевский, Большеберезниковский, Б. Игнатовский, Дубенский, Ромодановский, Рузаевский, Чамзинский районы и г. Саранск [3].

В 2015 году из 1464 источников ЦХПВ 148 (10,1%) не соответствовали санитарно-эпидемиологическим требованиям (в 2014 г. - 10,4%) [3]. В течение 2012-2015 гг. микробиологические и паразитологические показатели проб воды в подземных источниках ЦХПВ соответствовали санитарным требованиям; доля, не соответствующих санитарным требованиям по санитарно-химическим показателям, снизилась - с 59,7% до 56,6%, хотя и осталась на довольно высоком уровне. Таким образом, все пробы воды питьевой, не соответствовавшие санитарным требованиям по микробиологическим показателям за исследуемый период, были отобраны из разводящей сети.

В 2015 году из общего количества проб воды из водопроводных сетей систем ЦХПВ не соответствовали гигиеническим нормативам по органолептическим показателям 9,1% (2014 г. - 11,8%) проб, по общей минерализации (сухому остатку) - 5,4% (2014 г. - 6,2%), по содержанию химических веществ, превышающих ПДК, - 34,1% (2014 г. - 26,5%), в том числе по содержанию фтора - 20,9% (2014 г. - 26,5%).

Выводы и предложения. В РМ используются для целей ЦХПВ только артезианские воды, которые характеризуются высокой степенью микробиологической и паразитологической чистоты, а также специфическим химическим составом с высоким содержанием фтора, кальция и магния, реже железа. Повышенное содержание этих химических веществ в артезианских водах республики обусловлено именно природными геологическими особенностями региона.

Основным загрязнителем артезианской питьевой воды РМ на протяжении длительного периода времени является фтор, концентрация которого на некоторых территориях республики достигает 5,2 ПДК. Таким образом, можно говорить о наличии на территории РМ биогеохимической провинции с многократным превышением ПДК фтора в питьевой воде.

Сложившаяся на территории РМ биогеохимическая провинция является основой для формирования у жителей республики эндемического флюороза. С целью профилактики этого заболевания на территории Мордовии следует на административном уровне решить вопрос о подаче населению питьевой воды, отвечающей требованиям санитарно-эпидемиологических нормативных документов.

Необходимо решить вопрос о непосредственном проведении обесфторивания питьевой воды. Также имеет определенный смысл организация мероприятий по изысканию новых источников водоснабжения, вода которых отвечает санитарно-эпидемиологическим требованиям. Её использование возможно для разбавления питьевой воды с превышающим ПДК содержанием определенных химических веществ.

На сегодняшний день для сохранения здоровья населения РМ крайне важно разрабатывать и научно обосновывать гигиенические мероприятия по групповой и индивидуальной профилактике воздействия повышенных концентраций фтора на организм, а вслед за ними и принимать управленческие решения по вопросу обеспечения населения республики качественной питьевой водой.

Литература

1. Вотейко Л.Г. Селеновый статус и нарушения функции почек в условиях Забайкальской биогеохимической провинции // Экология человека. 2007. №1. С. 12-15.
2. Геопортал Республики Мордовия [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://geo13.ru/atlas/nature/6> (дата обращения: 05.09.2016).
3. Государственные доклады «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения Республики Мордовия» за период 2009-2015 гг.
4. Государственный доклад «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения России» за 2014 г.
5. Заводова Е.И. и др. Характеристика здоровья населения города Саранска Республики Мордовия, связанного с качеством питьевой воды централизованного водоснабжения / Е.И. Заводова, А.А. Леонова, О.Ф. Оськина // Анализ риска здоровью. 2014. №4. С. 47-51.
6. Леханова Е.Н. Цинк и состояние здоровья жителей биогеохимической провинции крайнего севера // Якутский медицинский журнал. 2009. №3. С. 97-100.
7. Маковский Р.Д., Пушкарева Н.Г. Качество кормов и питьевой воды в биогеохимической провинции // Агрохимический вестник. 2008. №3. С. 18-19.
8. Мороз Г.А., Белоконова Н.А., Перевалов С.Г., Плотникова И.А. Питьевая вода как фактор снижения токсической нагрузки при лечении детей // Успехи современного естествознания. 2013. №9. С. 112-114.
9. Николаева С.С., Сизых Т.П., Лубсанова Л.Н., Шумилов Л.Н. Санаторно-курортное лечение атопического дерматита азотно-кремнистой термальной водой // Сибирский медицинский журнал (Иркутск). 2001. Т.27. №3. С. 66-70.
10. Паюсте К.А. Роль воды в поддержании здоровья современного гражданина // Бюллетень медицинских Интернет-конференций. 2014. том 4. №11. С. 1239
11. Салихов Ш.К., Луганова С.Г., Гиреев Г.И. Концентрация некоторых микроэлементов в пастбищах биогеоценозах различных биогеохимических провинций Дагестана // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2008. №4. С. 34-38.
12. СанПиН 2.1.4.1074 «Питьевая вода и водоснабжение населенных мест. Питьевая вода. Гиги-

нические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы».

13. Степанов Н.А., Заводова Е.И. Характеристика влияния качественного состава питьевой

воды на здоровье человека // Гигиена труда и медицинская экология. 2015. №3. С. 200-205.

14. Хвастунов В.В., Костенко В.Д., Сердюков С.Ю., Дубяга А.П. О биогеохимической роли биогенных микроэлементов почв Курской области // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии. 2014. №2. С. 74-79.

МЕДИКО-СОЦІАЛЬНІ ОСОБЛИВОСТІ ВИНИКНЕННЯ НАДЛИШКОВОЇ МАСИ ТІЛА ТА ОЖИРІННЯ СЕРЕД МІСЬКОГО НАСЕЛЕННЯ НА ПРИКЛАДІ м. ХАРКОВА

Кравчун Н.О.

д.мед.н., професор

*Завідуюча відділенням фармакоterapiї ендокринних захворювань
Державної установи «Інститут проблем ендокринної патології
ім. В. Я. Данилевського НАМН України», м. Харків, Україна*

Місюра К. В.

к.мед.н., ст. наук співроб., вчений секретар

*Державної установи «Інститут проблем ендокринної патології
ім. В. Я. Данилевського НАМН України», м. Харків, Україна*

MEDICAL AND SOCIAL FEATURES OF OVERWEIGHT AND OBESITY AMONG THE URBAN POPULATION ON THE URBAN POPULATION ON THE EXAMPLE KHARKIV

Kravchun N. A., DMS, Prof., Head of Section of Pharmacotherapy of Endocrine Diseases State Institution "V. Danilevsky Institute for endocrine pathology problems National Academy of Medical sciences of Ukraine", Kharkov, Ukraine

Misiura K. V., PhD, Senior research associate, Scientific Secretary of State Institution "V. Danilevsky Institute for endocrine pathology problems National Academy of Medical sciences of Ukraine", Kharkov, Ukraine

АНОТАЦІЯ

МЕТА ДОСЛІДЖЕННЯ: визначення медико-соціальних аспектів ожиріння серед міського населення України на прикладі м. Харкова. Впродовж 2014-2016 рр. проведено скринінг надлишкової маси тіла та ожиріння серед 3370 мешканців. **РЕЗУЛЬТАТИ:** В ДУ «Інститут проблем ендокринної патології ім. В. Я. Данилевського» (м. Харків, Україна) проведено дослідження з вивчення медико-соціальних аспектів розвитку надлишкової маси тіла та ожиріння у дорослого міського населення на прикладі м. Харкова. Встановлено аналогічну тенденцію в змінах маси тіла обстежених та їх матерів. Показано, що основними провокуючими факторами розвитку надлишкової маси тіла різного ступеня у міського населення є зміни способу життя та стрес, вагітність та менопауза, порушення режиму харчування, надлишок вуглеводів у харчуванні, зниження рухової активності. Виявлено наявність зв'язку маси тіла обстежених з частотою захворювань ендокринної, серцево-судинної, кістково-м'язової та нервової систем. Доведено, що серед населення м. Харкова, в першу чергу із ожирінням, потребує інтенсифікація роботи, щодо навичок в оцінці біологічної цінності продуктів харчування.

ABSTRACT

OBJECTIVE: to determine the medical and social aspects of obesity among the urban population of Ukraine on the example of Kharkov. During 2014-2016 held a screening of overweight and obesity among 3370 residents. **RESULTS:** In SI «V. Danilevsky Institute for Endocrine Pathology Problems of the NAMS of Ukraine» was conducted research on the medical and social aspects of development of overweight and obesity in the adult urban population on the example of Kharkov. It was established a similar trend in the changes in body weight of the patients and their mothers. It was shown that the main triggers of overweight varying degrees in urban population is lifestyle changes and stress, pregnancy and menopause, violations of diet, excess carbohydrates in the diet, reduced physical activity. It was discovered the connection of body weight investigated the frequency of diseases of the endocrine, cardiovascular, bones and joints and nervous system. It is proved that the population of Kharkiv, especially with obesity needs to intensify its work on skills in assessing biological value foodstuffs.

Ключові слова: *избыточная масса тела, ожирение, медико-социальные особенности.*

Keywords: *overweight, obesity, medical and social features.*

Вступ. Не зважаючи на велику кількість досліджень, які присвячені проблемі ожиріння (ОЖ), на

теперішній час ефективність його лікування залишається досить низькою. В першу чергу це пов'язано із відсутністю системного підходу до

проблеми. Доволі часто при розробці схем диспансерного нагляду лікарями не враховуються медико-соціальні особливості виникнення надлишку маси тіла та індивідуальний підхід до профілактики і лікування ОЖ.

Метою дослідження стало визначення медико-соціальних аспектів ожиріння серед міського населення України на прикладі м. Харкова.

Таблиця 1

Соціальний статус мешканців м. Харкова, які були залучені до скринінгу

Соціальна категорія	n	%	Чоловік		Жінка	
			n	%	n	%
Службовці	221	41	36	7	348	64
Пенсіонери	119	22	12	2	54	10
Непрацюючі	103	19	0	0	48	9
Робітники	97	18	6	1	36	7
Всього	540	100	54	10	486	90

Примітка. n – кількість обстежених осіб

У всіх учасників скринінгу вимірювався зріст (м) маса тіла (кг), а також обчислювався індекс маси тіла (ІМТ), згідно якому діагностували: а) нормальну масу тіла (нМТ) (при ІМТ < 25 кг/м²); в) надлМТ (при ІМТ 25-29,9 кг/м²); г) ОЖ (при ІМТ понад 30 кг/м²) (класифікація ВООЗ, 1997 [2]).

Було сформовано 3 групи опитуваних :

група 1: особи із нМТ (n = 186 осіб; ч / ж = 6/180);

група 2: пацієнти із надлМТ (n = 174 особи; ч / ж = 36/138);

група 3: пацієнти із ОЖ (n = 180 осіб; ч / ж = 12/168).

За допомогою розробленої в ДУ ІПЕП базової анкети учасника скринінгу визначалися:

– характер супутньої хронічної неінфекційної патології;

– маса тіла батьків у віці аналогічному віку залучених до обстеження осіб,

– фактори, які спровокували розвиток надлишкового накопичення ваги;

– особливості харчування.

Статистичний аналіз отриманих даних включав оцінку генеральних часток та їх порівняння методом кутового φ-перетворення. Статистичну значущість різниці оцінювали за допомогою критерію F, який розраховувався за формулою:

$$F = (\varphi_1 - \varphi_2)^2 \times \frac{n_1 n_2}{n_1 + n_2}$$

де φ – кути в радіанах для порівнюваних часток;

n – обсяг порівнюваних вибірок.

Об'єкт і методи дослідження: Впродовж 2014-2016 рр. проведено скринінг надлишкової маси тіла (надлМТ) та ОЖ та серед 3370 мешканців м. Харкова віком від 21 до 76 років. Методом випадкового відбору виділено 540 осіб, у яких за допомогою анкетування отримана інформація щодо соціального статусу (табл. 1) та інших медико-соціальних особливостей.

Для виявлення зв'язку між показниками були сформовані таблиці сполучення. Наявність зв'язку між показниками оцінювалася за допомогою критерію Пірсона χ². Сила зв'язку між показниками – критерію Крамера V.

Перевірку статистичних гіпотез проводили на рівні p < 0,05.

Результати дослідження і їх аналіз: У осіб, яких було залучено до анкетування, патологія серцево-судинної системи займала одне із провідних місць. У мешканців м. Харкова із надлМТ – перше, із нМТ та ОЖ – друге (рис. 1). Слід зазначити, що у хворих на ОЖ, не зважаючи на те, що серцево-судинні порушення займають друге місце після ендокринних, частота патології цієї системи реєструвалась у 1,6 рази частіше ніж у хворих із надлМТ (57 проти 35 %) (p < 0,01), та у 3 рази (57 проти 19 %) (p < 0,01) у порівнянні з особами із нМТ.

Щодо іншої хронічної патології, то при ОЖ найчастіше зустрічалися порушення з боку ендокринної (63 %), серцево-судинної системи (57 %) та опорно-рухового апарату (43 %). У осіб із нМТ найчастіше реєструвалась патологія шлунково-кишкового тракту (42 %) та серцево-судинної системи (19 %), а порушення з боку опорно-рухового апарату були на тому ж рівні, що й органів дихання (16 %). Щодо осіб із надлМТ, то вони найчастіше хворіли на серцево-судинні захворювання (35 %), патологію шлунково-кишкового тракту (31 %) та опорно-рухового апарату (31 %).



Рис. 1. Спектр хронічної неінфекційної патології обстежених

Звертає на себе увагу і той факт, що патологія нервової системи у хворих на ОЖ зустрічалась практично на тому ж рівні, як і в осіб із надлМТ (13 та 14 %, відповідно), тобто у 4,3 рази частіше, ніж у осіб із нМТ (13 проти 3 %) ($p < 0,01$).

При аналізі отриманих результатів також оцінювалась і наявність зв'язку між масою тіла обсте-

жених і частотою в них хронічної неінфекційної патології різних систем (таблиця 2). Встановлено, що має місце статистично значущий зв'язок між масою тіла і наявністю захворювань ендокринної, серцево-судинної, кістково-суглобової та нервової систем ($p < 0,05$).

Таблиця 2

Наявність зв'язків між надлишком маси тіла та хронічною неінфекційною патологією

№ з/п	Тип хронічної неінфекційної патології	Критерій Пірсона χ^2	Рівень статистичної значущості	Наявність зв'язку	Критерій Крамера V
1	Ендокринна	30,400	0,000	+	0,409
2	Серцево-судинна	15,334	0,001	+	0,290
3	Кістково-суглобова	9,222	0,010	+	0,225
4	Нервової системи	6,485	0,048	+	0,179

Останнє узгоджується із загальноприйнятими поглядами на патогенетичний зв'язок між надлишковим відкладенням жирової тканини та ендокринними, серцево-судинними порушеннями, розвитком патології кістково-м'язового апарату, нервової системи.

Разом з тим статистичного значущого зв'язку між ступенем збільшення маси тіла і частотою за-

хворювань сечо-статевої системи, шлунково-кишкового тракту і органів дихання в даному дослідженні виявлено не було.

При аналізі маси тіла батьків мешканців м. Харківка, що були задіяні в анкетуванні, у віці аналогічному віку обстежених. Результати надано в таблиці 3.

Таблиця 3

Маса тіла батьків мешканців м. Харкова, які були залучені до скринінгу

Маса тіла обстежених	Маса тіла матерів обстежених						Маса тіла батьків обстежених					
	нМТ		надлМТ		ОЖ		нМТ		надлМТ		ОЖ	
	п	%	п	%	п	%	п	%	п	%	п	%
нМТ	78	14,5	33	6,2**	21	4,1**	75	13,9	37	7,0*	79	4,2**
надлМТ	109	7,6	33	8,3	110	13,1	147	16,7	40	6,9*	34	4,9**
ОЖ	40	20,0	44	6,2**	72	20,0	90	27,1	37	7,6	22	11,8**#
Усього	227	42,1	100	20,7	203	37,2	312	57,6	114	21,5	135	20,8

Примітки:

п – чисельність обстежених;

* – статистична значущість ($p < 0,05$) різниці із частотою нМТ батьків;** – статистична значущість ($p < 0,001$) різниці із частотою нМТ батьків;# – статистична значущість ($p < 0,001$) різниці із частотою надлМТ батьків.

Так, більшість матерів та батьків осіб із нМТ статистично значуще частіше мали нМТ (див. табл. 2). Батьки осіб із надлМТ – нМТ, а матері і батьки осіб із ОЖ – нМТ та ОЖ.

Для мешканців м. Харкова виявлено статистично значущий ($p < 0,05$) зв'язок їх маси тіла та масою тіла їх матерів у аналогічному віці (χ^2 критерій = 13,56; V критерій = 0,216). Щодо наявності зв'язку із масою тіла батька статистично значущих результатів зареєстровано не було.

У ході анкетування аналізувалися також основні причини, які сприяли, набору ваги (рис. 2). У

своїй більшості ті з них, хто залучався до анкетування, в якості провокуючого фактора розвитку ОЖ вказали на зміну способу життя (45 %) та стрес (33 %), вагітність та менопаузу (відповідно 30% і 30 %). При тому, що для осіб із надлМТ зміна способу життя тільки п'ятий за значимістю провокуючий фактор розвитку надлишку ваги (7 %, $p < 0,001$ у порівнянні із особами із ОЖ). Особи цієї групи частіше всього пов'язують надлишкове накопичення жирової тканини із вагітністю (35 %) та зниженням рухової активності (35 %). При вагітності, годуванні груддю та зниженні рухової активності нарощування маси тіла має місце навіть у осіб із нМТ.

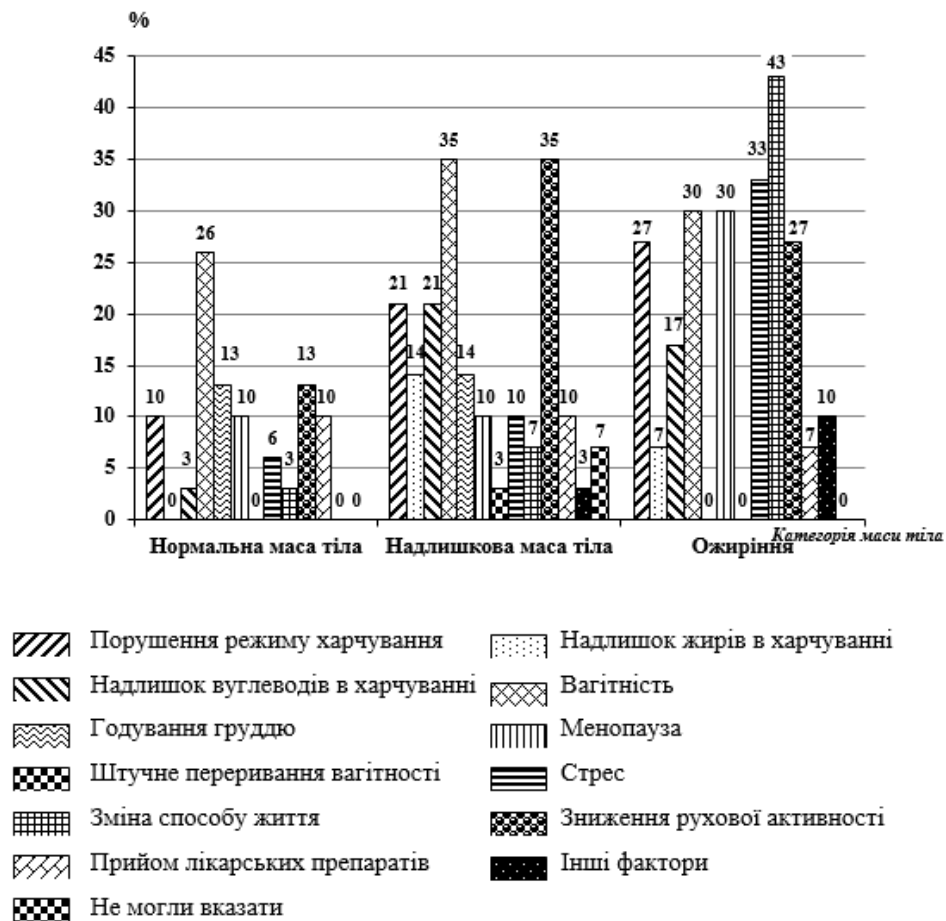


Рис. 2. Спектр причин, які сприяли зростанню маси тіла

В ході дослідження також аналізувалися наявність та ступінь зв'язку маси тіла із основними провокуючими факторами збільшення ваги, які вказувалися особами при анкетуванні (табл. 4).

На рівні статистичної значимості ($p < 0,05$) його було зареєстровано із такими з них, як зміни

способу життя, стрес, порушення режиму харчування, зниження рухової активності, менопауза, надлишок вуглеводів у харчуванні.

Не було встановлено зв'язку із вагітністю, штучним його перериванням, грудним вигодовуванням, прийомом лікарських засобів та надлишком жирів у харчуванні.

Таблиця 4

Зв'язок між надлишком маси тіла та основними провокуючими його факторами

№ з/п	Параметр	Критерій Пірсона χ^2	Рівень статистичної значущості	Наявність зв'язку	Критерій Крамера V
1	Зміни способу життя	12,654	0,002	+	0,264
2	Стрес	11,174	0,004	+	0,248
4	Порушення режиму харчування	8,807	0,012	+	0,220
5	Зниження рухової активності	7,304	0,026	+	0,196
6	Менопауза	6,332	0,042	+	0,220
7	Надлишок вуглеводів у харчуванні	6,070	0,048	+	0,183

Тобто при плануванні профілактичних програм в регіоні особливу увагу потрібно звертати на осіб, які різко змінили свій характер життя та професійної діяльності; які знаходяться у стані стресу; робота яких не пов'язана із достатньою руховою активністю.

У зв'язку із тим, що одним важливим фактором, який може провокувати розвиток ОЖ у мешканців м. Харкова, як було показано вище, є наявність розладів харчування як кількісного, так і якісного характеру, було детально досліджено

причини, які заважають правильно харчуватися мешканцям м. Харкова (рис. 3). Так, основною причиною, на яку вказала більшість осіб із різною масою тіла, є сформовані звички.

Але у той час як сформовані звички не давали змоги раціонально харчуватися 67 % особам з ОЖ, серед осіб із надлМТ та нМТ на цю причину вказують вже на 19 % ($p < 0,05$) та 31 % ($p < 0,05$) рідше.

Щодо недоліку коштів, то на це частіше скаржилися хворі із надлМТ (24 %), (з ОЖ у 7 % випадків) ($p < 0,01$). Останнє, в деякій мірі, вказує на дургородність економічних причин розвитку ОЖ.

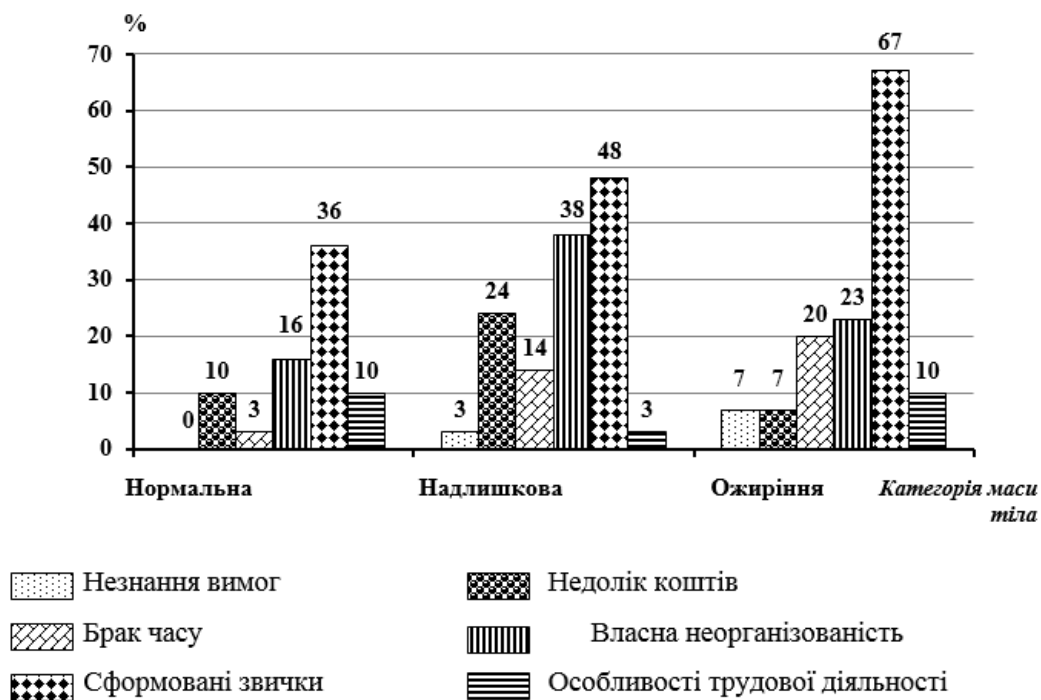


Рис. 3. Спектр причин, які заважають обстеженим особам правильно харчуватися

Виявлено статистично значимий зв'язок маси тіла тільки з двома причинами: сформованими зви-

чками (p – рівень значущості $\sim 0,02598$) та особливостями трудової діяльності (p – рівень значущості $\sim 0,04887$).

Для розробки заходів, спрямованих на поліпшення харчування населення, необхідним є також уточнення спектру причин, які диктують пріоритети у виборі того чи іншого продукту харчування для кожного з контингентів населення. Відомо, що останні визначаються сукупністю впливу певних внутрішніх і зовнішніх факторів. І, якщо перша група чинників обумовлена звичками, сформованими під впливом традицій харчування (в родині,

на території проживання та ін.), тоді друга група залежить від матеріального становища людини, можливості вибору продуктів та страв, клімато-географічних особливостей, що обумовлюють особливості харчування.

Виявлено, що більшість населення м. Харкова не залежно від маси тіла придбає продукти, орієнтуючись на 3 основні параметра (внутрішнього і зовнішнього порядку): смакові уподобання, біологічна цінність та ціна (рис. 4).

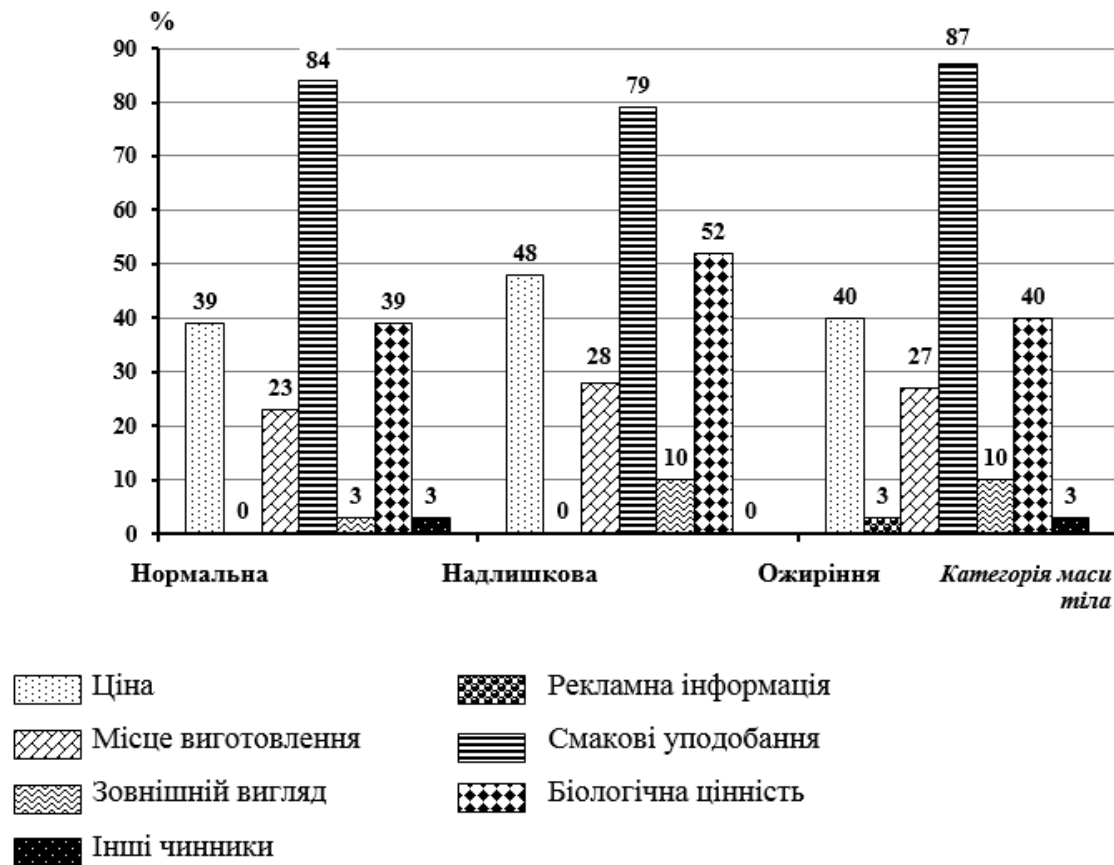


Рис. 4. Пріоритети у виборі продуктів харчування у обстежених осіб.

Не встановлено статистично значимих відмінностей у пріоритетах у виборі продуктів харчування у осіб із різною масою тіла.

Констатовано, що такий фактор, як рекламна інформація для населенням м. Харкова із надлМТ та нМТ, практично не впливає на вибір продуктів харчування. Серед осіб із ОЖ даний факт також є одним із найменш впливових.

При покупці продуктів харчування особи із ОЖ статистично значуще ($p < 0,05$) в 1,8 разів частіше (53 % проти 29 %) не звертають увагу на інформацію про харчову цінність продукту, що вказується на етикетках, у порівнянні з особами із нМТ (рис. 5). Крім того вони майже у половині випадків навіть не розуміють смислу інформації щодо складу продукту, яку наведено на упаковках.

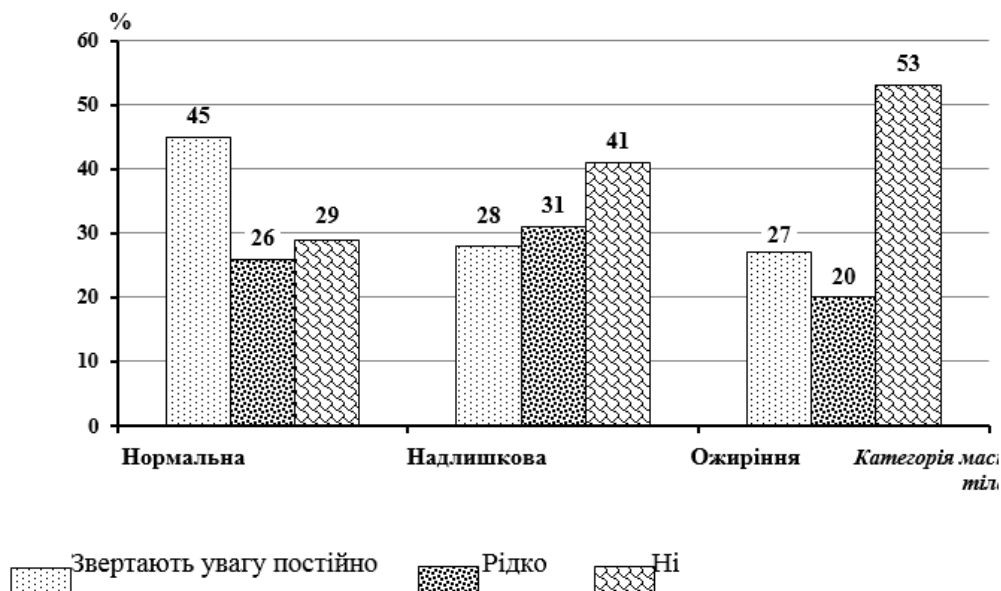


Рис. 5. Факт зацікавленості в отриманні інформації про харчову цінність продукту, вказану на етикетках, у населення м. Харкова

Отримані результати було порівняно із результатами подібного дослідження, яке було проведено серед населення м. Новокузнецька [1]. Виявлено, що провокуючим фактором розвитку надліМТ у населення м. Харкова статистично значуще ($p < 0,01$) частіше є вагітність (35 % проти 14 %), рідше – зниження рухової активності (35 % проти 47 %) ($p < 0,05$) та порушення харчування (21 % проти 35 %) ($p < 0,05$). Розвиток ОЖ у населення м. Харкова частіше у порівнянні із мешканцями м. Новокузнецька розвивається на тлі стресу (33 % проти 17 %) ($p < 0,01$) та в менопаузі (30 % проти 20 %) ($p < 0,05$).

Щодо пріоритетів у виборі продуктів харчування у обстежених осіб, то мешканці м. Харкова із надліМТ та ОЖ у 2,3 та у 2,7 рази частіше обирають їх опираючись на смакові уподобання та біологічну цінність.

Указані особливості свідчать про наявність регіональних відмінностей у медико-соціальних особливостях розвитку надлишкової маси тіла різного ступеня, що необхідно враховувати при розробці регіональних профілактичних програм по боротьбі із ОЖ.

Отримані нами результати ще раз підтверджують необхідність комплексного підходу на державному рівні до вирішення проблеми ОЖ. Тільки комплексний міжсекторальний підхід сприятиме ефективній діяльності із попередження негативних тенденцій у розвитку патологічних станів, пов'язаних із нездоровим харчуванням, скорочення поширеності аліментарно залежної патології серед населення, збереження та зміцнення громадського здоров'я.

Задачею первинної ланки охорони здоров'я сьогодення повинно стати проведення ефективних освітніх заходів із метою впровадження серед населення здорових навичок харчування. Необхідною є пропаганда сучасних науково обґрунтованих дієтологічних рекомендацій, що відповідають поняттям

раціонального харчування і знижують ризик виникнення аліментарно зумовленої хронічної неінфекційної допомоги.

Висновки.

1. Одним із обов'язкових напрямків комплексних програм по профілактиці та лікуванні ожиріння повинні бути заходи щодо виявлення та терапії ендокринних, серцево-судинних порушень, патології кістково-м'язового апарату та нервової системи.
2. Існує зв'язок між масою тіла міських мешканців та масою тіла їх матерів у аналогічному віці.
3. Найчастіше провокуючими факторами розвитку ожиріння серед населення м. Харкова є зміни способу життя (45 %), стрес (33 %), вагітність (30%) та менопауза (30 %).
4. Не визначено статистично значимих відмінностей у пріоритетах щодо вибору продуктів харчування у осіб із різною масою тіла.
5. Понад половини осіб із ожирінням не ознайомлені із навичками користування інформацією про склад продукту, яку наведено на упаковках.
6. Основні причини, які перешкоджають населенню м. Харкова із надлишковою масою тіла та ожирінням раціонально харчуватися, – сформовані звички та особливості трудової діяльності.

Література

1. Лобыкина Е. Н. Организация профилактики и лечения ожирения и избыточной массы тела взрослого населения крупного промышленного центра [Текст] : дис. ... д-ра мед. наук : 14.00.33 / Е. Н. Лобыкина. – Новокузнецк, 2009. – 331 с.
2. WHO. Controlling the Global Obesity Epidemic [Text]. – Geneva, 2002. – P. 2013-2017.

СИСТЕМНЫЕ ПРОЯВЛЕНИЯ РЕВМАТОИДНОГО АРТРИТА, АССОЦИИРОВАННЫЕ С АКТИВНОСТЬЮ ЗАБОЛЕВАНИЯ

Тотров И.Н.

ФГБУ ВО Северо-Осетинская государственная медицинская академия
Минздрава России, Владикавказ
Кафедра внутренних болезней №1, д.м.н., зав.кафедрой
ФГБУН Институт биомедицинских исследований
Владикавказского научного центра РАН, Владикавказ
Лаборатория проблем соединительной ткани, зав.лабораторией

Антониади И.В.

ФГБУ ВО Северо-Осетинская государственная медицинская академия
Минздрава России, Владикавказ
Кафедра внутренних болезней №1, к.м.н., ассистент

Амбалова С.А.

ФГБУ ВО Северо-Осетинская государственная медицинская академия
Минздрава России, Владикавказ
Кафедра внутренних болезней №1, д.м.н., профессор
ФГБУН Институт биомедицинских исследований
Владикавказского научного центра РАН, Владикавказ
Лаборатория проблем соединительной ткани, научный сотрудник

Еналдиева Р.В.

ФГБУ ВО Северо-Осетинская государственная медицинская академия
Минздрава России, Владикавказ
Кафедра внутренних болезней №1, д.м.н., профессор

Медоева А.А.

ФГБУ ВО Северо-Осетинская государственная медицинская академия
Минздрава России, Владикавказ
Кафедра внутренних болезней №1, к.м.н., доцент

Купеева А.М.

ФГБУН Институт биомедицинских исследований
Владикавказского научного центра РАН, Владикавказ
Лаборатория проблем соединительной ткани, младший научный сотрудник

Албегова З.А.

ФГБУН Институт биомедицинских исследований
Владикавказского научного центра РАН, Владикавказ
Лаборатория проблем соединительной ткани, лаборант

SYSTEMIC MANIFESTATIONS OF RHEUMATOID ARTHRITIS ASSOCIATED WITH DISEASE ACTIVITY

Totrov I.N., The North-Ossetian state medical Academy, Russian Federation, Vladikavkaz, Department of internal diseases №1, MD, head.the Department, Institute of biomedical research of Vladikavkaz scientific center of RAS, Laboratory of connective tissue, head.laboratory

Antoniadi I.V., The North-Ossetian state medical Academy, Russian Federation, Vladikavkaz, Department of internal diseases №1, PhD, assistant

Ambalova S.A., The North-Ossetian state medical Academy, Russian Federation, Vladikavkaz, Department of internal diseases №1, MD, Professor

Institute of biomedical research of Vladikavkaz scientific center of RAS, Laboratory of connective tissue

Enaldieva R.V., The North-Ossetian state medical Academy, Russian Federation, Vladikavkaz, Department of internal diseases №1, MD, Professor

Medoeva A.A., The North-Ossetian state medical Academy, Russian Federation, Vladikavkaz, Department of internal diseases №1

Kupeeva A.M., Institute of biomedical research of Vladikavkaz scientific center of RAS, Laboratory of connective tissue, Junior researcher

Albegova A.Z., Institute of biomedical research of Vladikavkaz scientific center of RAS, Laboratory of connective tissue laboratory

АННОТАЦИЯ

Цель исследования: изучение состояния гепатобилиарной системы как висцерального проявления ревматоидного артрита.

Материал и методы: Обследовано 140 человек. Основную группу составили 110 больных, страдающих ревматоидным артритом. В контрольную группу вошли 30 практически здоровых лиц, сопоставимых по возрасту и полу. Определили показатели активности процесса. Для изучения патологии гепатобилиарной системы использовалось определение содержания в сыворотке крови показателей биохимических синдромов: цитолиза, холестаза, печеночно-клеточной недостаточности, мезенхимально-воспалительного, также изучались показатели белкового и углеводного обмена. Исследования проводились с использованием наборов готовых реактивов.

Результаты: Анализируя показатели белкового и углеводного обмена удалось выявить статистически достоверную зависимость синдрома цитолиза (повышение уровней АлАТ и АсАТ), синдрома холестаза (повышение уровня щелочной фосфатазы), синдрома печеночно-клеточной недостаточности (повышение уровня холинэстеразы и снижение показателей альбуминов), некоторых показателей мезенхимально-воспалительного синдрома (повышение уровней тимоловой пробы, β - и γ -глобулинов) и показателей белкового обмена (снижение содержания общего белка) от формы РА. Более выраженные изменения всех вышеперечисленных биохимических синдромов, а также показателей белкового обмена при форме РА с системными проявлениями, обусловлено, по-видимому, также развитием хронического гепатита.

ABSTRACT

The purpose of the study: the study of the state of the hepatobiliary system as visceral manifestations of rheumatoid arthritis.

Material and methods: a total of 140 people. The main group consisted of 110 patients with rheumatoid arthritis. The control group included 30 healthy individuals matched for age and sex. Identified indicators of activity of the process. To study the pathology of the hepatobiliary system were used for determining the contents in the blood serum biochemical syndromes: cytolysis, cholestasis, hepatocellular failure, the expressed mesenchymal-inflammatory, also studied the indices of protein and carbohydrate metabolism. The studies were carried out using a set of reagents.

Results: Analyzing the indicators of protein and carbohydrate metabolism failed to reveal a statistically reliable dependence of syndrome of cytolysis (increased levels of AlAT and ASAT), the syndrome of cholestasis (increased alkaline phosphatase), syndrome of hepatocellular failure (increased levels of cholinesterase and the reduction of albumin), some indicators expressed mesenchymal-inflammatory syndrome (increased levels of thymol samples, β - and γ -globulins) and indices for protein metabolism (decrease in the content of total protein) from a form of RA. More pronounced changes in all the above biochemical syndromes, and indicators of protein metabolism in the form of RA with systemic manifestations, caused, apparently, by the development of chronic hepatitis.

Ключевые слова: ревматоидный артрит, системные проявления, активность заболевания, гепатобилиарная система, синдромы патологии.

Keywords: rheumatoid arthritis, systemic manifestations, disease activity, hepatobiliary system, syndromes of pathology.

Ревматоидный артрит (РА) – на сегодняшний день продолжает оставаться наиболее тяжелым, прогрессирующим заболеванием с деструкцией хрящевых и костных фрагментов суставов, с системным воспалительным поражением внутренних органов, предопределяющих неблагоприятное течение заболевания.

Частота висцеральных проявлений при РА колеблется от 14 % до 30 % [6; 10; 13].

Клинические наблюдения, функционально-морфологические и биохимические исследования указывают на возможность вовлечения печени в патологический процесс при РА, причём некоторые исследователи придают определённое значение расстройству функций печени в патогенезе данного заболевания [1; 2; 4; 8].

Доминирующим клиническим признаком при вовлечении печени в патологический процесс считают её увеличение, которое выявлено у 54,4% больных суставно-висцеральной формой РА и у 21,4% - суставной формой.

У 7,3% больных РА выявлен воспалительный процесс в печени или желчевыводящих путях [1; 3; 5; 9].

При изучении билиарной системы у больных РА Бульда В.И. (1991) выявил её изменения у 79,4% обследованных; из них у 62% - воспалительного, у 17% - функционального характера.

На протяжении многих десятилетий клиницисты не рассматривали фиброз как клинически значимый этап эволюции хронических болезней печени, делая упор в ведении больных на выраженность основных биохимических синдромов и клинических проявлений, которые считали универсальными показателями активности болезни [1; 2; 3; 5; 7; 11].

Существенным достижением последних лет является признание динамичного характера фиброгенеза – найдены многочисленные факторы межклеточного взаимодействия, влияющие на синтез и разрушение фиброзной ткани. Развитие фиброза, по современным представлениям, всегда обусловлено активной продукцией белков внеклеточного

матрикса при функциональной недостаточности компенсаторных механизмов, направленных на снижение выраженности воспаления или активности матричных протеаз. Характерной особенностью фиброгенеза является разнонаправленность (одна клетка вырабатывает несколько цитокинов) и полипотентность (различные клетки влияют на одну функцию) клеток печени, определяющих каскадный характер этого процесса. Помимо паракринных и аутокринных факторов клеточного взаимодействия существуют и внутриклеточные сигналы регуляции деятельности клеток, участвующих в фиброгенезе. Так, например, действие трансформирующего фактора роста- β (TGF- β) опосредуется системой плазматических сигналов Smad, причем Smad 2 и 4 способствуют фиброгенезу, тогда как Smad 7, по принципу обратной связи, блокирует передачу сигнала от рецептора TGF- β к структурам ядра печеночных звездчатых клеток, регулирующих синтез белков внеклеточного матрикса. При острых процессах аутокринные и паракринные факторы способны эффективно контролировать фиброгенез. При хронических процессах синтез продуктов внеклеточного матрикса преобладает над их разрушением, что приводит к увеличению продукции коллагена, уменьшению секреции и активности матричных металлопротеиназ, увеличению концентрации их в тканевых ингибиторах [4; 6; 7; 9; 10; 12; 13].

Ряд авторов отметили, что при РА в части внутренних органов, в том числе и печени, имеются как морфологические, так и функциональные нарушения. Установлено, что гистологические изменения в печени при РА носят преимущественно дистрофический характер. Явления амилоидной дистрофии свидетельствуют о происходящей при РА глубокой иммунологической перестройке и дают основание для подтверждения иммуновоспалительной сущности заболевания. Указанные авторы придают особое значение исследованию функциональной способности печени при ревматоидном артрите для оценки степени общего поражения организма и для решения вопроса терапевтической тактики [3; 4; 6; 11; 12].

Таким образом, вышеизложенное позволяет обозначить актуальность изучения проблемы патологии гепатобилиарной системы при РА.

Цель исследования: Изучение состояния гепатобилиарной системы как висцерального проявления ревматоидного артрита.

Материалы и методы исследования: Материал и методы: Под наблюдением находилось 140 человек. Основную группу составили 110 больных, страдающих ревматоидным артритом. В контрольную группу вошли 30 практически здоровых лиц, сопоставимых по возрасту и полу.

В группу обследованных не включали больных РА с перенесенным вирусным гепатитом.

Среди обследованных преобладали лица относительно молодого возраста (30-50 лет) – 67 человек (60,9 %). Средний возраст больных составил $43,7 \pm 1,3$ года.

Большинство составили женщины – 99 человек (90%).

34 (30,9 %) больных являлись инвалидами по болезни.

Суставная форма была выявлена у 81 больного РА (73,6%), у 29 (26,4 %) больных выявлены системные проявления. Среди больных РА с системными проявлениями у 14 (48,3 %) диагностирована анемия, у 8 (27,6%) явления гломерулонефрита, у 5 (17,2 %) кардит и у 2 (6,9 %) больных ревматоидные узелки.

Преобладали больные с серонегативным вариантом заболевания - 83 (75,5%).

Все больные поступали в стационар в период обострения заболевания. Диагноз ставился, основываясь на критериях РА, предложенных Американской коллегией ревматологов (1987).

При оформлении диагноза использовалась рабочая классификация РА, согласно которой выделяли суставную форму РА и форму с системными проявлениями. Характеризуя вариант заболевания, с учётом наличия или отсутствия ревматоидного фактора в крови, выделяли серопозитивный и серонегативный варианты РА.

При оценке активности РА, выделяли три степени: I – минимальную, II – среднюю, III – максимальную. Их определение основывалось на совокупности клинических признаков (выраженности экссудативного компонента, воспаления числа поражённых суставов, наличия внесуставных проявлений) и лабораторных показателей по индексу DAS-28.

Рентгенологические стадии оценивали по модифицированным критериям Штейнброекера. Определяли также функциональную способность больного (ФНС).

Для суждения об активности клинических признаков РА учитывали данные лабораторных исследований: СОЭ, лейкоцитоз, С-реактивный белок, изменения белковых фракций.

Для изучения патологии гепатобилиарной системы использовалось определение содержания в сыворотке крови показателей следующих биохимических синдромов: цитолиза (аланиновая и аспарагиновая трансаминазы, лактатдегидрогеназа), холестаза (общий билирубин, щелочная фосфатаза), печеночно-клеточной недостаточности (холинэстераза, холестерин, альбумины), мезенхимально-воспалительного (тимоловая проба, α -, β - и γ -глобулины), также изучались показатели белкового (общий белок) и углеводного (глюкоза) обменов. Исследования проводились с использованием наборов готовых реактивов фирм Vital Diagnostics SPb, Ольвекс Диагностикум, ДИАКОМ-ВНЦМДЛ в венозной крови больного, взятой натощак. Измерение оптической плотности исследуемого материала проводилось с использованием фотозлектрокалориметра.

Определение активности АлАТ и АсАТ проводили по методу Райтмана-Френкеля, ЛДГ оптимизированным кинетическим методом; общего, непрямого и прямого билирубина – по Индрашеку,

ЩФ – унифицированным методом по «конечной точке»; холестерина – по Ильку, ХЭ - кинетическим спектрофотометрическим методом; тимоловой пробы – на основе реакции осаждения белков кровяной сыворотки, альбумина и белковых фракций – при помощи электрофореза на бумаге; общего белка - биуретовым методом.

Метод УЗ-исследования использовался для изучения ЭХО-картины печени и желчного пузыря. При исследовании печени изучались: размеры и толщина правой и левой долей, контуры, края,

эхоструктура, эхогенность, состояние вне- и внутрипеченочных желчных протоков, вен, сосудистый рисунок.

При исследовании желчного пузыря изучали: размеры, ширину общего желчного протока, толщину стенки, форму, содержимое полости.

Результаты и обсуждение. Для выявления выраженности нарушения состояния гепатобилиарной системы в зависимости от степени активности патологического процесса мы подразделили исследуемых больных на три группы с минимальной, умеренной и высокой активностью РА.

Таблица № 1

Характеристика синдрома цитолиза у больных ревматоидным артритом с различной степенью активности патологического процесса.

Показатели	КГ (n = 30)	Больные РА					
		С минимальной активностью (n = 13)		Со средней активностью (n = 81)		С высокой активностью (n = 16)	
		M±m	P	M±m	P	M±m	P
АлАТ	0,7±0,1	2,2±0,2	<0,001	2,5±0,4	<0,001	2,6±0,3	<0,001
АсАТ	0,6±0,1	2,0±0,4	<0,01	1,9±0,2	<0,001	2,0±0,4	<0,01
ЛДГ	189,5±7,6	472,0±43,4	<0,001	508,8±48,6	<0,001	520,8±40,4	<0,001

Как видно из таблицы 1, синдром цитолиза оказался измененным при всех степенях активности патологического процесса.

Показатели АлАТ были наиболее высокими при III степени активности РА: в 3,7 раза выше - 2,6±0,3 ммоль/ч·л (p<0,001) по сравнению с контрольной группой - 0,7±0,1 ммоль/ч·л, выше, чем при I степени активности - 2,2±0,2 ммоль/ч·л (p<0,001), а также выше, чем при II степени активности РА - 2,5±0,4 ммоль/ч·л (p<0,001). Наиболее низкими показатели АлАТ оказались при I степени активности патологического процесса. Таким образом, выявлена статистически достоверная зависимость повышения уровня АлАТ от степени активности РА.

Показатели АсАТ были наиболее высокими и при I и III степенях активности РА: в 3 раза выше - 2,0±0,4 ммоль/ч·л (p<0,01) по сравнению с лицами контрольной группы - 0,6±0,1 ммоль/ч·л и выше, чем при II степени активности - 1,9±0,2 ммоль/ч·л (p<0,001). Наиболее низкими показатели АлАТ оказались при II степени активности патологического процесса. Выявлено статически достоверное повышение содержания АсАТ.

Показатели ЛДГ были наиболее высокими при III степени активности РА: в 2,7 раза выше - 520,8±40,4 МЕ/л (p<0,001) по сравнению с контрольной группой - 189,5±7,6 МЕ/л; выше, чем при II степени активности - 508,8±48,6 МЕ/л (p<0,001). Наиболее низкими показатели ЛДГ оказались при I степени активности патологического процесса. Таким образом, выявлено статистически достоверное

повышение уровня ЛДГ при всех трех степенях активности РА.

Анализируя зависимость синдрома цитолиза от степени активности патологического процесса, можно сказать, что в нашем исследовании выявлена статистически достоверная зависимость повышения показателей АлАТ и ЛДГ от активности ревматоидного артрита. Итак, в большей мере при высокой степени активности патологического процесса реагировали показатели АлАТ и ЛДГ.

Характеристика синдрома холестаза у больных ревматоидным артритом с различной степенью активности патологического процесса представлена в таблице 2. Как видно из таблицы 2, обнаружена зависимость синдрома холестаза от степени активности ревматоидного процесса.

Содержание общего билирубина сыворотки крови было несколько снижено по сравнению с контрольной группой. Несколько выше его содержание отмечено при II и III степенях активности РА - 12,4±0,4 мкмоль/л и 12,4±1,4 мкмоль/л соответственно, что ниже по сравнению с лицами контрольной группы - 13,5±0,6 мкмоль/л. Показатели общего билирубина оказались наиболее низкими при I степени активности РА - 12,0±0,5 мкмоль/л. При сопоставлении показателей общего билирубина в группах больных с данными контроля, можно сказать о том, что не у всех больных наблюдается нарушение обмена билирубина, т.к. различия с показателями контроля незначительны

Таблица № 2

Характеристика синдрома холестаза у больных ревматоидным артритом с различной степенью активности патологического процесса

Показатели	КГ (n = 30)	Больные РА					
		С минимал. активностью (n=13)		Со средней активностью (n=81)		С высокой активностью (n=16)	
		M±m	P	M±m	P	M±m	P
Общий билирубин	13,5±0,6	12,0±0,5	=0,1	12,4±0,4		12,4±1,4	
Непрямой билирубин	10,6±0,4	9,0±0,4	<0,01	9,7±0,3	=0,1	10,9±0,9	
Прямой билирубин	2,9±0,2	3,0±0,2		3,0±0,1		2,9±0,3	
Щелочная фосфатаза	349,5±39,6	1270,0±102,8	<0,001	1407,3±62,1	<0,001	1798,8±118,1	<0,001

Содержание непрямого билирубина сыворотки крови было самым низким при I степени активности РА: ниже - 9,0±0,4 мкмоль/л (p<0,01) по сравнению с контрольной группой - 10,6±0,4 мкмоль/л; ниже, чем при II степени активности - 9,7±0,3 мкмоль/л (p=0,1), а также ниже, чем при III степени активности - 10,9±0,9 мкмоль/л. Несколько повышенными показателями непрямого билирубина были при III степени активности патологического процесса. Различия между показателями непрямого билирубина в группах больных и в контрольной группе были незначительными, поэтому можно отметить нарушение обмена непрямого билирубина также не прослеживается.

Содержание прямого билирубина сыворотки крови было несколько повышенным при I и II степенях активности - 3,0±0,2 и 3,0±0,1 мкмоль/л соответственно, что несколько выше по сравнению с контрольной группой - 2,9±0,2 мкмоль/л, а его содержание при III степени активности не превышало показаний контрольной группы - 2,9±0,3 мкмоль/л. При сопоставлении показателей прямого билирубина в группах больных с данными контроля, можно сказать о том, что не у всех больных наблюдается нарушение обмена билирубина, т.к. различия с показателями контроля статистически недостоверны.

Содержание щелочной фосфатазы сыворотки крови было наиболее высоким при III степени активности РА: в 5 раз выше - 1798,8±118,1 нмоль/с·л (p<0,001) по сравнению с контрольной группой - 349,5±39,6 нмоль/с·л; в 1,5 раза выше, чем при I степени активности - 1270,0±102,8 нмоль/с·л (p<0,001) и в 1,3 раза выше по сравнению с группой больных со II степенью активности РА - 1407,3±62,1 нмоль/с·л (p<0,001). Показатели щелочной фосфатазы оказались наиболее низкими также при I степени активности РА. При сопоставлении показателей ЩФ в группах больных с минимальной и максимальной степенями активности было выявлено статистически достоверное (p<0,01) её повышение по мере возрастания активности ревматоидного процесса. Таким образом, выявлена статистически достоверная зависимость повышения содержания щелочной фосфатазы сыворотки крови от степени активности РА.

Характеристика синдрома печеночно-клеточной недостаточности у больных ревматоидным артритом с различной степенью активности патологического процесса представлена в таблице 3.

Таблица № 3

Характеристика синдрома печеночно-клеточной недостаточности у больных ревматоидным артритом с различной степенью активности патологического процесса

Показатели	КГ (n = 30)	Больные РА					
		С мин. активностью (n=13)		Со средней активностью (n=81)		С высокой активностью (n=16)	
		M±m	P	M±m	P	M±m	P
Холестерин	5,8±0,4	6,4±0,9		4,6±0,3	<0,02	4,4±0,2	<0,01
Холинэстераза	4596,8±137,0	7721,9±107,9	<0,001	7848,5±86,1	<0,001	7146,0±188,6	<0,001
Альбумины	54,4±1,4	39,3±0,2	<0,001	35,8±0,2	<0,001	32,2±0,2	<0,001

Как видно из таблицы 3, выявлены следующие изменения синдрома печеночно-клеточной недостаточности: в группах больных со II и III степенями активности выявлено снижение содержания

холестерина, во всех группах больных снижение содержания альбуминов и повышение содержания холинэстеразы.

Содержание холестерина сыворотки крови было самым высоким при I степени активности патологического процесса – $6,4 \pm 0,9$ ммоль/л, что выше по сравнению с лицами контрольной группы – $5,8 \pm 0,4$ ммоль/л и в 1,5 раза выше, чем при II степени активности РА – $4,6 \pm 0,3$ ммоль/л ($p < 0,02$). Самыми низкими показатели холестерина отмечены при III степени активности РА – $4,4 \pm 0,2$ ммоль/л ($p < 0,01$). При сопоставлении показателей холестерина в группах больных с минимальной и максимальной степенями активности было выявлено статистически достоверное ($p < 0,05$) снижение его содержания по мере нарастания активности ревматоидного процесса. Таким образом, результаты исследования позволили выявить статистически достоверное снижение содержания холестерина сыворотки крови от степени активности ревматоидного артрита.

Содержание холинэстеразы сыворотки крови было повышенным во всех группах больных. Наиболее высоким содержание холинэстеразы наблюдалось при II степени активности РА: в 1,7 раза выше – $7848,5 \pm 86,1$ Е/л ($p < 0,001$) по сравнению с контрольной группой – $4596,8 \pm 137,0$ Е/л, выше, чем при I степени активности – $7721,9 \pm 107,9$ Е/л ($p < 0,001$) и выше, чем при III степени активности РА – $7146,0 \pm 188,6$ Е/л ($p < 0,001$). При сопоставлении показателей ХЭ в группах больных с умеренной и максимальной степенями активности было выявлено статистически достоверное ($p < 0,01$) повышение её содержания при II степени активности.

Самые низкие показатели ХЭ обнаружены у больных с максимальной степенью активности, что объясняется тем, что в эту группу входили в основном больные, длительное время принимающие глюкокортикостероиды и средства «базисной» терапии.

Содержание альбуминов сыворотки крови было наиболее низким при III степени активности РА: в 1,7 раза ниже – $32,2 \pm 0,2$ г/л ($p < 0,001$) по сравнению с лицами контрольной группы – $54,4 \pm 1,4$ г/л, ниже по сравнению с группой больных с I степенью активности – $39,3 \pm 0,2$ г/л ($p < 0,001$) и ниже, чем при II степени активности патологического процесса – $35,8 \pm 0,2$ г/л ($p < 0,001$). При сопоставлении показателей альбуминов сыворотки крови у больных с минимальной и максимальной степенями активности было выявлено статистически достоверное ($p < 0,001$) снижение их содержания по мере нарастания степени активности.

Анализируя зависимость синдрома печеночно-клеточной недостаточности от степени активности патологического процесса, в нашем исследовании удалось выявить статистически достоверную зависимость снижения содержания холестерина и альбуминов сыворотки крови от степени активности патологического процесса, что может быть проявлением развития хронического гепатита у данной группы больных. Из всех показателей синдрома печеночно-клеточной недостаточности при высокой степени активности РА в большей степени изменялись холестерин и альбумины.

Таблица № 4

Характеристика мезенхимально-воспалительного синдрома, а также показателей белкового и углеводного обменов у больных ревматоидным артритом с различной степенью активности патологического процесса

Показатели	КГ (n = 30)	Больные РА					
		С минимал. активностью (n=13)		Со средней активностью (n=81)		С высокой активностью (n=16)	
		M±m	P	M±m	P	M±m	P
Тимоловая проба, ед	$2,6 \pm 0,2$	$5,1 \pm 0,4$	$<0,001$	$6,0 \pm 1,0$	$<0,01$	$8,9 \pm 2,6$	$<0,02$
α1-глобулины	$6,0 \pm 0,3$	$4,7 \pm 0,1$	$<0,001$	$6,1 \pm 0,2$		$7,2 \pm 0,2$	$<0,01$
α 2-глобулины	$10,2 \pm 0,3$	$9,7 \pm 0,2$		$9,5 \pm 0,2$	$=0,1$	$9,8 \pm 0,1$	
β-глобулины	$10,9 \pm 0,9$	$13,1 \pm 0,2$	$<0,02$	$15,6 \pm 0,2$	$<0,001$	$15,9 \pm 0,1$	$<0,001$
γ-глобулины	$18,4 \pm 0,4$	$25,4 \pm 0,2$	$<0,001$	$28,3 \pm 0,2$	$<0,001$	$35,0 \pm 0,2$	$<0,001$
Общий белок, г/л	$73,0 \pm 1,3$	$64,2 \pm 5,7$		$63,4 \pm 2,7$	$<0,01$	$64,8 \pm 5,1$	
Глюкоза, ммоль/л	$4,4 \pm 0,8$	$5,1 \pm 0,2$		$5,0 \pm 0,2$		$4,9 \pm 0,2$	

Как видно из таблицы 4, показатели тимоловой пробы были наиболее высокими при III степени активности РА: в 3,5 раза выше – $8,9 \pm 2,6$ ед ($p < 0,02$) по сравнению с контрольной группой – $2,6 \pm 0,2$ ед; в 1,5 раза выше, чем при II степени активности – $6,0 \pm 1,0$ ед ($p < 0,01$). Сравнительно низкими показатели тимоловой пробы оказались при I степени ак-

тивности РА. Удалось выявить статистически достоверное повышение тимоловой пробы при всех степенях активности РА, более выраженное при III степени, что может служить подтверждением развития хронического гепатита при высокой активности патологического процесса.

При исследовании содержания глобулинов сыворотки крови выявлены следующие изменения:

показатели $\alpha 1$ -глобулинов были наиболее высокими при III степени активности РА – $7,2 \pm 0,2$ % ($p < 0,01$), что выше по сравнению с контрольной группой – $6,0 \pm 0,3$ %; в 1,5 раза выше, чем при I степени активности – $4,7 \pm 0,1$ % ($p < 0,001$) и выше по сравнению с группой больных со II степенью активности патологического процесса – $6,1 \pm 0,2$ %. Наиболее низким содержанием $\alpha 1$ -глобулинов было при I степени активности ревматоидного артрита. Таким образом, удалось выявить статистически достоверную зависимость повышения уровня $\alpha 1$ -глобулинов от степени активности ревматоидного артрита.

Показатели $\alpha 2$ -глобулинов были наиболее низкими при II степени активности РА – $9,5 \pm 0,2$ % ($p = 0,1$), что ниже по сравнению с контрольной группой – $10,2 \pm 0,3$ %; ниже, чем при I и III степени активности патологического процесса – $9,7 \pm 0,2$ % и $9,8 \pm 0,9$ % соответственно. Несмотря на приведенные данные, показатели $\alpha 2$ -глобулинов были ниже по сравнению с лицами контрольной группы и являлись статистически достоверными ($p = 0,1$) при II степени активности РА.

Показатели β -глобулинов были наиболее высокими при III степени активности РА – $15,9 \pm 0,1$ % ($p < 0,001$), что в 1,5 раза выше по сравнению с контрольной группой – $10,9 \pm 0,9$ %; выше по сравнению с группой больных при I степени активности – $13,1 \pm 0,2$ % ($p < 0,02$) и выше, чем при II степени активности патологического процесса – $15,6 \pm 0,2$ % ($p < 0,001$). Наиболее низкими показателями β -глобулинов были при I степени активности патологического процесса при сопоставлении с контрольной группой. При сопоставлении показателей β -глобулинов в группах больных с минимальной и максимальной степенями активности было выявлено статистически достоверное ($p < 0,001$) повышение их содержания по мере нарастания активности РА. Таким образом, в нашем исследовании удалось выявить статистически достоверную зависимость повышения содержания β -глобулинов при I, II и III степенях активности ревматоидного артрита.

Показатели γ -глобулинов были наиболее высокими при III степени активности РА: в 2 раза выше – $35,0 \pm 0,2$ % ($p < 0,001$) по сравнению с контрольной группой – $18,4 \pm 0,4$ %; в 1,5 раза выше, чем при I степени активности – $25,4 \pm 0,2$ % ($p < 0,001$) и выше по сравнению с группой больных при II степени активности патологического процесса – $28,3 \pm 0,2$ % ($p < 0,001$). Наиболее низкими показателями γ -глобулинов были при I степени активности ревматоидного артрита. При сопоставлении показателей γ -глобулинов в группах больных с минимальной и максимальной степенями активности было выявлено статистически достоверное ($p < 0,001$) повышение их содержания по мере нарастания степени активности ревматоидного процесса. Таким образом, удалось выявить статистически достоверную зависимость повышенного содержания γ -глобулинов при всех степенях активности патологического процесса. Поскольку γ -глобулины являются одним из основ-

ных показателей функционального состояния печени и их подъем отражает активацию гуморального иммунитета, то можно сказать, что повышение их содержания в сыворотке крови может быть проявлением развития хронического гепатита у больных ревматоидным артритом, особенно при высокой степени активности патологического процесса.

Содержание общего белка оказалось наиболее низким при II степени активности РА: ниже – $63,4 \pm 2,7$ г/л ($p < 0,01$) по сравнению с лицами контрольной группы – $73,0 \pm 1,3$ г/л; ниже, чем при I степени активности – $64,2 \pm 5,7$ г/л и ниже, чем при III степени активности РА – $64,8 \pm 5,1$ г/л. Наиболее высоким содержанием общего белка было при I и III степенях активности, что свидетельствует о незначительном нарушении белковообразовательной функции печени при минимальной и высокой активности процесса, а наиболее низким при II степени активности, что может служить подтверждением нарушения этой функции при умеренной активности ревматоидного артрита.

Несмотря на то, что показатели глюкозы сыворотки крови были несколько выше по сравнению с контрольной группой, говорить о нарушениях углеводного обмена не приходится.

Итак, анализируя зависимость мезенхимально-воспалительного синдрома, а также показателей белкового и углеводного обменов от степени активности патологического процесса, в нашем исследовании удалось выявить статистически достоверную зависимость повышения показателей тимоловой пробы, $\alpha 1$ -, β - и γ -глобулинов, особенно выраженное при III степени активности ревматоидного артрита, что может быть проявлением развития хронического гепатита у данной группы больных.

Анализируя все вышеперечисленные синдромы, а также показатели белкового и углеводного обменов удалось выявить статистически достоверную зависимость синдрома цитолиза от степени активности РА (повышение уровней основных индикаторов – АлАТ и ЛДГ); синдрома холестаза (повышение показателей щелочной фосфатазы); синдрома печеночно-клеточной недостаточности (снижение уровня холестерина (за исключением группы больных с минимальной степенью активности) и альбуминов сыворотки крови); мезенхимально-воспалительного синдрома (повышение уровня γ -глобулинов, как основного индикатора, а также $\alpha 1$ - и β -глобулинов и показателей тимоловой пробы), что обусловлено, по-видимому, развитием хронического гепатита в основном при II и III степенях активности патологического процесса.

Резюмируя изложенное, проведенное исследование демонстрирует наличие функциональных нарушений печени у больных РА, более выраженные при II и III степенях активности заболевания.

Литература

1. Балльная система оценки морфологических изменений печени при хроническом гепатите

// Российский журнал гастроэнтерологии. – 2004. – Т. XIV. – 2. – С. 4-8

2. Болезни печени и желчевыводящих путей: Руководство для врачей под редакцией В.Т. Ивашкина. – 2002.

3. Галимова С.Ф., Надинская М.Ю., Маевская М.В., Ивашкин В.Т. Новые данные о диагностике и течении фиброза печени // Рос. Журнал гастроэнтерологии, гепатологии, колонопроктологии - 2001. - № 4. - С. 22-28.

4. Дешко О.А., Алексанина Ю.В., Беляева Е.А. Повышение уровня трансаминаз у пациентов с хроническими ревматологическими заболеваниями суставов. // Сборник материалов V съезда ревматологов России (тезисы). №134. С.38.

5. Камалов Ю.Р., Сандриков В.А., Крыжановская Е.Ю., Цирульникова О.М. Ультразвуковые доплеровские параметры печеночного кровотока при циррозе печени: зависимость от стадии по Чайлд и степени расширения варикозных вен пищевода: Сб. научных трудов РНЦХ «Ультразвуковая, лучевая и функциональная диагностика». – М., 2002. – С. 162-163.

6. Клиническая ревматология: Руководство для практических врачей под редакцией проф. В.И. Мазурова. – СПб.: Фолиант. - 2010. – 415 с.

7. Лиля А.М., Новик А.А. Роль иммунологических нарушений в патогенезе ревматических

болезней: Иммунодефицитные состояния. Под редакцией проф. В.С. Смирнова и проф. И.С. Фрейдлин. – СПб.: Фолиант. – 2000. – С. 189-235.

8. Макаров В.К. – Новый способ диагностики поражений печени // Клиническая лабораторная диагностика. – 2002. - № 12. – С. 8-10.

9. Масевич Ц.Г., Ермолаева Л.Г. Клинические, биохимические и морфологические особенности хронических гепатитов различной этиологии // Терапевтический архив. – 2002. - № 2. – с. 35-37.

10. Ревматология: национальное руководство / под ред. Е.Л. Насонова, В.А. Насоновой, - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008.-720 с.

11. Северов М.В., Минакова Е.Г., Макаров А.В., Фатхудинов Т.Х., Северова М.М. Фиброз печени – новая страница в клинической гепатологии // Клиническая фармакология и терапия. – 2003.- №12 (1). – С.27-31.

12. Тотров И.Н., Антониади И.В., Еналдиева Р.В., Амбалова С.А., Медоева А.А., Купеева А.М., Албегова З.А. Синдромы патологии гепатобилиарной системы при ревматоидном артрите // Владикавказский медико-биологический вестник. - 2015.- Т.21. Вып.33 (3).- С.48-54.

13. Тотров И.Н., Хетагурова З.В. Механизмы развития остеопороза у больных ревматоидным артритом. Владикавказ, 2011, 127 с.

ФИТОКОРРЕКЦИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО СТАТУСА КЛЕТОК ГОЛОВНОГО МОЗГА БЕЛЫХ КРЫС ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ ГИПОТИРЕОЗЕ

Лемза С.В.

Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН г. Улан-Удэ, к.б.н., старший научный сотрудник

Хамаева Н.А.

Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН г. Улан-Удэ, аспирант

Торопова А.А.

Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН г. Улан-Удэ, к.б.н., научный сотрудник

Петров Е.В.

Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН г. Улан-Удэ, к.фарм.н., научный сотрудник

PHYTOCORRECTION OF THE WHITE RAT HEAD BRAIN CELLS ENERGY STATUS IN EXPERIMENTAL HYPOTHYREOSIS

Lemza S.V., Institute of General and Experimental Biology, SB RAS, Ulan-Ude, PhD, senior researcher

Khamaeva N.A., Institute of General and Experimental Biology, SB RAS, Ulan-Ude, postgraduate student

Toropova A.A., Institute of General and Experimental Biology, SB RAS, Ulan-Ude, PhD, scientific researcher

Petrov E.V., Institute of General and Experimental Biology, SB RAS, Ulan-Ude, PhD, scientific researcher

АННОТАЦИЯ

В работе рассмотрено влияние растительного средства «Тиреотон» на энергетический статус клеток головного мозга белых крыс при экспериментальном гипотиреозе, который оценивали по содержанию внутриклеточного АТФ, активности ферментов энергетического метаболизма (пируваткиназа, H^+ -АТ-Фаза) и показателям митохондриального дыхания (V_{40} – субстратное дыхание, V_{31} - АДФ-стимулируемое дыхание, V_{41} - дыхание в состоянии покоя, коэффициенты стимуляции дыхания, дыхательного контроля и фосфорилирования – АДФ:0). Установлено, что исследуемое фитосредство повышало активность пируваткиназы в 1,7 раза, H^+ -АТФазы почти в 2 раза по сравнению с данными у крыс контрольных групп,

что отразилось на увеличении содержания внутриклеточного АТФ на 48%. Таким образом, исследуемое фитосредство «Тиреотон» обладает энергопротективным действием усиливая интенсивность процессов окислительного фосфорилирования в клетках головного мозга белых крыс при экспериментальном гипотиреозе.

ABSTRACT

The paper deals with the influence of phytoremedy «Tireoton» on white rat brain cell energy status in experimental hypothyreosis which was estimated by the content of intracellular ATP, activities of energy metabolism enzymes (pyruvate kinase, H^+ -ATPase), and mitochondrial respiration parameters (V_{4_0} – substrate-dependent respiration, V_{3_1} - ADP-stimulated respiration, V_{4_1} - resting respiration, respiratory stimulation control ratio, respiratory control ratio and ADP:0 ratio). It has been found that the phytoremedy under study increased pyruvate kinase and H^+ -ATPase activities in 1.7 and approximately 2 times respectively compared to the corresponding values of control rats that was reflected on 48% increase of intracellular ATP content. Thus, «Tireoton» may be considered as an energy-protective phytoremedy which intensifies oxidative phosphorylation in white rat head brain cells in experimental hypothyreosis.

Ключевые слова: экспериментальный гипотиреоз, «Тиреотон», АТФ, пируваткиназа, H^+ -АТФаза, митохондриальное дыхание.

Keywords: experimental hypothyreosis, «Tireoton», ATP, pyruvate kinase, H^+ -ATPase, mitochondrial respiration.

Заболевания щитовидной железы являются одной из наиболее распространенных форм эндокринной патологии и занимают второе место после сахарного диабета. По данным эпидемиологических исследований, в отдельных группах населения частота гипотиреоза достигает 10-12%, причем распространенность патологии увеличивается с 2% в возрасте 30-39 лет до 12% в возрасте 70-79 лет [1]. В России гипотиреоз встречается приблизительно с частотой 19 на 1000 у женщин и 1 на 1000 у мужчин [2].

Актуальность проблемы гипотиреоза в клинической практике врачей различных специальностей обусловлена тем, что при дефиците тиреоидных гормонов (ТГ), необходимых для нормального функционирования практически каждой клетки, развиваются тяжелые нарушения во всех без исключения органах и системах. Наиболее выраженные нарушения при гипотиреозе отмечаются со стороны центральной нервной системы вследствие её высокой чувствительности к дефициту ТГ. Гипотиреоз сопровождается нарастающим окислительного стресса в результате дестабилизации антиоксидантной системы защиты организма и нарушением энергетического гомеостаза клеток головного мозга [3].

В настоящее время лечение гипотиреоза заключается в назначении заместительной гормональной терапии препаратами щитовидной железы крупного рогатого скота или, что чаще, синтетическими тиреоидными гормонами (тиреоидин, трийодтиронин, тироксин, тиреотом и др.). К сожалению, при гормональной терапии неизбежны побочные эффекты, приводящие к развитию сопутствующих гипотиреозу осложнений.

Учитывая это, одним из приоритетных направлений в современной фармакологии и эндокринологии является разработка новых лекарственных средств, в том числе на основе растительного сырья, не только тиреотропного, но и более широкого спектра действия. Известно, что препараты из растений по сравнению с синтетическими лекарствами имеют массу преимуществ: они содержат большое

количество биологически активных веществ, которые оказывают многостороннее действие на организм в целом, малотоксичны и не обладают выраженными побочными эффектами. В случае с гипотиреозом необходимо, чтобы препараты оказывали влияние на функциональную активность тиреоидных гормонов противостояли окислительному стрессу и поддерживали энергетический баланс клеток головного мозга.

В связи с этим было разработано средство в виде сухого экстракта из трёх видов растительного сырья: корней лапчатки белой (*Potentilla alba* L.), родиолы розовой (*Rhodiola rosea* L.) и шлемника байкальского (*Scutellaria baicalensis* Georgi), взятых в соотношении 2:1:1, условно названное «Тиреотон», с целью изучения его влияния на течение экспериментального гипотиреоза. В настоящей работе основное внимание было сосредоточено на некоторых аспектах энергетического метаболизма в клетках головного мозга белых крыс при данной патологии.

Материалы и методы исследования

Работа была выполнена на 80 белых крысах Wistar обоого пола с исходной массой 160 – 200 г. Содержание животных и проведение экспериментов осуществлялись в соответствии с «Правилами Европейской конвенции по защите позвоночных животных, используемых для экспериментальных и научных целей».

Модель экспериментального гипотиреоза воспроизводили по методу Л.Г. Чугуновой [4] путем ежедневного перорального введения мерказолила (Акрихин, Россия) в дозе 10 мг/кг массы тела в течение 28 дней. После окончания введения мерказолила крысы опытной группы 1 получали внутрижелудочно водный раствор «Тиреотона» в экспериментально-терапевтической дозе 50 мг/кг один раз утром в течение 21 дня. Животным опытной группы 2 вводили препарат сравнения «Эндокринол» («Эвалар», Россия) в форме настоя в эквивалентной дозе по схеме, аналогичной исследуемому фитосредству. Крысам опытной группы 3 за 30 минут до забоя вводили тетраiodтиронин в дозе 10

нг/кг внутрибрюшинно [5]. Животные интактной и контрольной (гипотиреоз) групп получали дистиллированную воду в эквивалентном количестве по аналогичной схеме.

Энергетическое состояние клеток головного мозга оценивали по содержанию АТФ, активности пируваткиназы (ПК) и Н⁺-АТФ-азы. Концентрацию внутриклеточного АТФ определяли в гомогенате головного мозга по методу [6], активность ПК и Н⁺-АТФ-азы в митохондриальной фракции по методам описанным в [7].

Митохондрии головного мозга выделяли дифференциальным центрифугированием по методу А.В. Панова [8].

Функциональное состояние изолированных митохондрий оценивали полярографически с помощью электрода Кларка («Эксперт-001 МТХ», Россия) по скорости потребления кислорода в разных метаболических состояниях по Б. Чансу. Скорость потребления кислорода рассчитывали до внесения в систему АДФ (V₄₀), во время (V₃₁) и после (V₄₁) цикла фосфорилирования добавленного АДФ (150 мкМ). В качестве субстратов окисления использовали комбинацию из глутамата (10 мМ), пирувата (2,5 мМ) и малата (2мМ). С целью оценки уровня окислительного фосфорилирования рассчитывались коэффициенты стимуляции дыхания (отношение V₃₁ к V₄₀) и дыхательного контроля (отношение V₃₁ к V₄₁), а также АДФ:О как показатель сопряженности окислительного фосфорилирования.

Нормальность распределения исходных данных оценивалась методом Шапиро-Уилка. В последующем статистическую обработку проводили с помощью пакета программ «Biostat-2006» с использованием t-критерия Стьюдента. Различия между сравниваемыми группами считали статистически значимыми при P≤0,05.

Результаты и обсуждение

Любые отклонения в работе щитовидной железы, связанные с увеличением или снижением продукции гормонов, сопровождаются нарушениями энергетического обмена [9].

Из таблицы 1 видно, что в контрольной группе животных происходит снижение содержания внутриклеточного АТФ на 23% по сравнению с данными в интактной группе животных, что указывает на то, что при экспериментальном гипотиреозе происходит угнетение энергопродукции и закономерно снижается энергетический потенциал клеток головного мозга. В опытной группе 1 на фоне введения «Тиреотона» содержание АТФ повышается на 48% по сравнению с контрольной группой и примерно сопоставимо с таковым показателем в опытной

группе 3. Содержание АТФ при введении препарата сравнения «Эндокринола» не отличается от его содержания у интактных животных. Что касается активности пируваткиназы, важнейшего гликолитического фермента, участвующего в реакции субстратного фосфорилирования АДФ с образованием пирувата из фосфоенолпирувата и Н⁺-АТФазы митохондрий, которая связывает гидролиз или синтез АТФ с трансмембранным перемещением протонов, то видно, что при введении испытуемого средства активность обоих ферментов повышалась: ПК в 1,7 раз, Н⁺-АТФазы - примерно в 2 раза по сравнению со значениями в контрольной группе животных. Ингибирование активности ферментов при окислительном стрессе - неизбежным при гипотиреозе - может происходить в результате нарушения окислительно-восстановительного баланса внутриклеточной среды и перекисной модификации липидного и белкового слоя мембран, что особенно важно для полноценного функционирования трансмембранных ферментов в том числе и Н⁺-АТФазы.

Следует отметить, что повышение активности пируваткиназы и Н⁺-АТФазы незамедлительно отразилось на содержании внутриклеточного АТФ, во-первых, в результате более быстрого превращения фосфоенолпирувата в пируват (активация ПК) и поступления его в цикл трикарбоновых кислот в виде ацетил-СоА, во-вторых, в результате увеличения трансмембранного переноса протонов, сопряженного с синтезом АТФ (Н⁺-АТФаза) за счет нормализации окислительно-восстановительных процессов в клетках под действием этих препаратов. Будучи аллостерическим ингибитором ПК, концентрация АТФ является фактором регулирующим активность этого фермента.

На фоне введения препарата сравнения «Эндокринола» активность ПК увеличилась в 1,6 раза, а активность Н⁺-АТФазы – в 1,8 раз в сравнении с показателями в контрольной группе. Введение гормона Т4 животным привело к более резкому увеличению активности ПК и Н⁺-АТФазы: в 2,6 и 2,5 раза соответственно по сравнению с контрольными значениями и приближались к интактным.

Таким образом, результаты исследований показали, что «Тиреотон» при курсовом введении крысам с гипотиреозом улучшает показатели энергетического метаболизма клеток головного мозга, нормализуя процессы окислительного фосфорилирования и по своей эффективности не уступает препарату сравнения «Эндокринол», однако, уступает гормону Т4 в случае с активностью ПК значительно и умеренно - в случае с активностью Н⁺-АТФазы.

Таблица 1
Влияние «Тиреотона» на содержание АТФ, активность ПК и Н⁺-АТФазы в клетках головного мозга при экспериментальном гипотиреозе в различных группах животных

Группа животных n=8	Показатель		
	АТФ мкмоль/г ткани	ПК нмоль НАДН/мин/мг белка	Н ⁺ АТФ-аза мкмоль Р ₁ /час/мг белка
Интактная	2,34±0,05	15,57±0,41	63,9±1,8
Контрольная	1,80±0,04*	5,78±0,46*	28,1±1,6*
Опытная 1	2,67±0,05†	9,87±0,28†	55,1±0,8†
Опытная 2	2,26±0,05†	9,29±0,46†	50,2±0,8†
Опытная 3	2,60±0,04†	15,11±0,42†	69,4±1,6†

Примечание: здесь и далее различия статистически значимы при $P \leq 0,05$ * - между интактной и контрольной группами, † - между контрольной и опытной группами.

В таблице 2 представлены результаты оценки влияния «Тиреотона», препарата сравнения «Эндокринол» и Т4 на показатели митохондриального дыхания при экспериментальном гипотиреозе.

Как видно из таблицы происходило снижение скорости потребления кислорода в состоянии субстратного дыхания V_{40} и на стадии активного фосфорилирования (V_{31}) в контрольной группе животных в 1,9 и 3,5 раза соответственно по сравнению с животными интактной группы. Снижение данных показателей возможно обусловлено нарушениями в работе электрон - транспортной цепи митохондрий. Действительно, известно, что при гипотиреозе формируется состояние окислительного стресса, при котором происходит накопление активных форм кислорода, инактивирующих мембраносвязанные ферменты дыхательной цепи.

Потребление кислорода в состоянии субстрат-зависимого дыхания (V_{40}) и в состоянии V_{31} у леченных «Тиреотоном» животных повышается на

28% и 30%, а на фоне введения «Эндокринола» - в 2 и 2,2 раза соответственно по сравнению с митохондриями контрольных животных. Такой же эффект отмечается при введении гормона Т4: скорость окисления субстратов (V_{40}) повышалась в 2,1 раза, а скорость фосфорилирования (V_{31}) в 2,3 раза по сравнению с контролем. В этом случае, вероятно, проявляется краткосрочный эффект гормона Т4, который реализуется через связывание дийодтиронина (Т2) с 28 kDa c-Erb Aα1 белком внутренней мембраны митохондрий, стимулируя митохондриальное дыхание [10]. Потребление кислорода в состоянии V_{41} (состоянии покоя) в контрольной группе животных в 1,5 раза ниже по сравнению с интактом. Этот показатель при введении «Тиреотона» не превышает контрольных значений, а на фоне введения «Эндокринола» и гормона Т4 он не значительно повышался.

Таблица 2
Влияние «Тиреотона», «Эндокринола» и Т4 на скорость потребления кислорода изолированными митохондриями клеток головного мозга белых крыс в различных метаболических состояниях при экспериментальном гипотиреозе

Группа животных	Показатель		
	V_{40}	V_{31}	V_{41}
Интактная	90,81±4,38	438,81±21,11	227,02±9,94
Контрольная	48,40±2,42*	125,03±5,88*	153,27±7,66*
Опытная 1	61,92±3,37†	162,21±8,83†	124,78±7,85
Опытная 2	93,25±5,98†	268,85±17,24†	157,50±10,10
Опытная 3	104,07±6,87†	285,72±15,86†	188,20±12,42†

В таблице 3 представлены коэффициенты дыхательного контроля, стимуляции дыхания и отношение АДФ:О, которые были рассчитаны по соотношениям скоростей дыхания митохондрий в различных метаболических состояниях по Б. Чансу.

Как видно из таблицы, отмечается снижение коэффициентов дыхательного контроля и стимуляции дыхания у контрольных животных в 2,4 и 1,9 раза соответственно по сравнению с интактом. При курсовом введении испытуемого фитосредства и препарата сравнения «Эндокринол» коэффициент ДК был выше в 1,6 и 2 раза соответственно по срав-

нению с его значениями в контрольной группе животных. На фоне введения гормона Т4 он превышал контрольные значения в 1,9 раза. Коэффициент СД при введении «Тиреотона», «Эндокринола» и гормона Т4 практически не отличался от контрольных значений. Известно, что отношение АДФ:О используется в качестве индикатора эффективности или сопряженности окислительного фосфорилирования с митохондриальным дыханием. Это отношение в контрольной группе животных снижалось в 1,7 раз по сравнению с интактной группой животных, что в целом свидетельствует о более низкой эффективности окислительного фосфорилирования

в изолированных митохондриях головного мозга крыс больных гипотиреозом. При введении препарата сравнения «Эндокринол» данный показатель повышался в 1,4 раза, при курсовом введении «Тиреотона» - в 1,6 раза, как и при введении гормона Т4, что свидетельствует о повышении сопряженности митохондриального дыхания. По-видимому,

это связано с ингибированием процессов свободно-радикального окисления мембранных структур митохондрий, что ведет к восстановлению активности мембраносвязанных ферментов дыхательных комплексов.

Таблица 3

Влияние «Тиреотона», «Эндокринола» и Т4 на стимуляцию дыхания, коэффициент дыхательного контроля и АДФ:О в митохондриях клеток головного мозга белых крыс при экспериментальном гипотиреозе

Группа животных	Показатель		
	ДК	СД	АДФ:О
Интактная	1,93±0,09	4,83±0,23	3,68±0,18
Контрольная	0,82±0,04*	2,58±0,13*	2,22±0,11*
Опытная 1	1,30±0,07	2,62±0,14	3,54±0,19
Опытная 2	1,71±0,07	2,88±0,15	3,11±0,20
Опытная 3	1,52±0,10	2,75±0,18	3,58±0,24

Таким образом, исследуемое фитосредство «Тиреотон» обладает энергопротективным действием, усиливая интенсивность процессов окислительного фосфорилирования в клетках головного мозга белых крыс при экспериментальном гипотиреозе за счёт нормализации окислительно - восстановительного гомеостаза клеток, обусловленного, как было ранее установлено [11, 12], выраженными антиоксидантными свойствами фитоэкстракта.

Литература

- Hollowell J.G., Staehling N.W., Flanders W.D. et al. Serum TSH, T(4), and thyroid antibodies in the United States population (1988 to 1994): National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES III)// J. Clin. Endocrinol. Metab., V.87, №2, 2002. pp. 489-499.
- Мишагин В. А. Эндонорм в лечении гипотиреоза//Врач, №8, 2014. С. 78-80.
- Belanger M., Allaman I., Magistretti P.J. Brain energy metabolism: focus on astrocyte-neuron metabolic cooperation//Cell Metabolism, V.14, 2011. pp. 724-738.
- Чугунова Л.Г., Рябков А.Н., Савилов К.В. Способ моделирования гипотиреоза//Патент №2165648 Российская Федерация. МПК G 09 В 23128, А 61 К 31/4164.

- Sterling K., Brenner M.A. Thyroid hormone action: effect of triiodothyronine on mitochondrial adenine nucleotide translocase in vivo and in vitro//Metabolism, V. 44, №.2, 1995, pp. 193-199.

- Методы биохимических исследований (Под ред. М.И. Прохоровой.) – Л.: 1982. – 272 с.

- Практикум по биохимии (Под ред. С.Е. Северина и Г.А. Соловьевой) – М.: 1989. – 509 с.

- Панов А.В. Практическая митохондриология. Новосибирск: 2015. - 240 с.

- Katyare S.S., Rajan R.R. Influence of thyroid hormone treatment on the respiratory activity of cerebral mitochondria from hypothyroid rats. A critical reassessment//Experimental Neurology, V. 195. 2005. pp. 416-422.

- Лобырева О.В. Тиреоидный статус и его влияние на активность окислительных ферментов//Медицина и здравоохранение, № 201, 2010. С. 259-263.

- Архипова Э.В., Водопьянова А.М., Колхир В.К. Влияние экстракта лапчатки белой на течение экспериментального гипотиреоза// Бюл. ВСНЦ СО РАМН, Т.7. №1, 2011. С. 116-118.

- Лемза С.В., Хамаева Н.А., Торопова А.А., Петров Е.В. «Тиреотон» как фитокорректор дисфункций митохондрий мозга при экспериментальном гипотиреозе//Сиб. мед. журнал, №2, 2015. С. 108-111.

ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ГЛІКОЗАМІНУ «СУЛОДЕКСИД» У ЛІКУВАННІ ДІАБЕТИЧНОЇ РЕТИНОПАТІЇ ХВОРИХ НА ЦД 2 ТИПУ З ПІДВИЩЕНОЮ МАСОЮ ТІЛА

Орленко В.Л.

Державна установа «Інститут ендокринології та обміну речовин ім. В.П. Комісаренка НАМН України»

Тронько К.М.

Державна установа «Інститут ендокринології та обміну речовин ім. В.П. Комісаренка НАМН України»

EFFICACY OF USING GLICOSAMINE (SULODEXIDE) IN THE TREATMENT OF DIABETIC RETINOPATHY IN PATIENTS WITH TYPE 2 DIABETES MELLITUS (T2DM) WITH INCREASED BODY MASS

Orlenko V.L., State institution "Institute of Endocrinology and Metabolism n.a. V.P. Komisarenko, NAMS of Ukraine"

Tronko K.M., State institution "Institute of Endocrinology and Metabolism n.a. V.P. Komisarenko, NAMS of Ukraine"

АНОТАЦІЯ

Мультифакторний механізм розвитку діабетичного ураження очей, а також відсутність ефективних консервативних засобів лікування та профілактики діабетичної ретинопатії диктує необхідність пошуку препаратів, здатних запобігати або уповільнювати її розвиток, одним з яких є препарат із групи глікозаміногліканів сулодексид. У роботі досліджено та проаналізовано ефективність лікування діабетичної ретинопатії сулодексидом протягом 6 місяців у 43 хворих на цукровий діабет 2 типу з підвищеною вагою. У результаті лікування було досягнуто покращання гостроти зору, що супроводжувалося позитивною динамікою очного дна. Зменшення крововиливів та твердих ексудатів свідчать про те, що сулодексид може активно застосовуватися в якості консервативної терапії у хворих із діабетичною ретинопатією непроліферативної та препроліферативної стадій.

ABSTRACT

Multifactorial mechanism of diabetic eyes damage, and the absence of effective conservative treatment and prevention of diabetic retinopathy dictates the necessity of finding drugs that can prevent or slow its development. One of them is sulodexid (drug from the group of glycosaminoglycans). We investigated and analyzed impact of the use of sulodexid on the course of diabetic retinopathy in 43 patients with type 2 diabetes increased weight over 6 months. As a result of treatment was achieved improvement of visual acuity, accompanied by positive dynamics fundus. Reducing hemorrhages and hard exudates indicate that sulodexid can be actively used as conservative treatment in patients with nonproliferative and preproliferative stages of diabetic retinopathy.

Ключові слова: цукровий діабет 2 типу, діабетична ретинопатія, ожиріння, глікозаміноглікани, сулодексид.

Keywords: type 2 diabetes mellitus, diabetic retinopathy, obesity, glycosaminoglycans, sulodexid.

Ожиріння та цукровий діабет (ЦД) є найпоширенішими метаболічними захворюваннями у світі, що зростають зі швидкістю епідемії як у розвинутих країнах, так і в країнах, що розвиваються, і вражають не лише дорослих, але й дітей та підлітків. Ожиріння та ЦД 2 типу було визнано Всесвітньою організацією охорони здоров'я (ВООЗ) новими неінфекційними «епідеміями» нашого часу. В Європі ожиріння розвивається стрімкими темпами, і до 2020 року очікується збільшення кількості хворих на ожиріння серед дорослого населення до 150 млн. людей, а серед дітей — до 15 млн. [1] В Україні більше 30 % населення мають надлишкову масу тіла. Підвищена вага та ожиріння призводять до цукрового діабету (ЦД) 2 типу у 80 % випадків, у 35 % випадків — до ішемічної хвороби серця і у 55 % — до гіпертонічної хвороби серед дорослого населення Європи. Ці захворювання разом спричинюють смерть 1 млн. людей щороку. Кожний 13-й смертельний випадок в Європейському Союзі пов'язаний з надлишковою вагою.

Актуальність проблеми цукрового діабету та ожиріння полягає ще й у тому, що кількість осіб, які мають ці захворювання, прогресивно збільшується. Близько 80% пацієнтів з цукровим діабетом 2 типу мають надлишкову масу тіла, яка послаблює дію власного інсуліну, значно знижує ефективність цукрознижувальних препаратів і призводить до підвищення рівня глюкози в крові. [2,3] Тому першочергове завдання в лікуванні цукрового діабету 2 типу - це зниження маси тіла (при її надлишку) як мінімум на 5-10% від вихідного і підтримання її на цьому рівні за рахунок постійного дотримання дієти. Досить сказати, що зниження маси тіла на 1 кг при ожирінні збільшує тривалість життя хворого на діабет 2-го типу в середньому на 3 — 4 місяці, а у осіб з ожирінням без діабету зменшує ризик його розвитку на 3% [4].

Крім того, доведено, що розвиток діабетичних ускладнень значно прогресує у хворих на ЦД, які мають підвищену вагу [4]. Серед таких ускладнень є і діабетична ретинопатія.

Лікування пацієнтів із діабетичною ретинопатією (ДР) залишається однією з найактуальніших і найскладніших проблем офтальмології. ДР є основною причиною сліпоти серед дорослого населення. На думку більшості дослідників, в її лікуванні провідна роль належить компенсації цукрового діабету (ЦД) та лазерної коагуляції (ЛК) сітківки. Своєчасно проведене лазерне лікування запобігає подальшому розвитку патологічного процесу в сітківці, проте воно не завжди буває ефективним [5, 6]. По-перше, ЛК пов'язана із загибеллю ретиноцитів під дією світлового та теплового опромінення і може призвести до погіршення кольоросприймання і сутінкового зору, що обмежує проведення повторних сеансів лікування. По-друге, сама методика вимагає наявності прозорих середовищ ока (рогівки, кришталика і склоподібного тіла), тоді як у хворих на діабет часто спостерігаються вітреальні і ретинальні крововиливи, відшарування сітківки, у них раніше і швидше розвивається помутніння кришталика [6,7]. По-третє, є випадки важкого перебігу ДР, при яких, незважаючи на проведення своєчасного та адекватного лікування, прогресивно знижується зір.

У зв'язку з цим, останнім часом активно розробляються і впроваджуються нові методи консервативного лікування ДР, застосування яких у поєднанні зі стандартним лікуванням призводить до поліпшення перебігу ДР та уповільнення її прогресування.

Крім того, багато авторів відмічають важливість консервативної терапії ДР в якості заходу, що підвищує ефективність лазерного лікування або знижує ймовірність його негативних наслідків. У будь-якому випадку, саме консервативна терапія є основою компенсації комплексу біохімічних і патофізіологічних змін, що відбуваються в структурах ока при ЦД.

Аналіз даних вітчизняної та зарубіжної літератури дозволяє виділити наступні основні напрямки консервативної терапії ДР: компенсація ЦД і супутніх системних метаболічних порушень (вуглеводного обміну, артеріального тиску, ліпідного обміну); корекція метаболічних процесів у сітківці (антиоксидантна терапія, застосування активаторів метаболізму нервової тканини, інгібіторів альдозоредуктази, блокаторів ангиогенезу); корекція порушень судинної системи і реології крові (засоби, що поліпшують реологію крові, судинорозширювальні засоби, ангиопротектори, засоби, що поліпшують стан ендотелію і базальної мембрани судинної стінки). Цей перелік постійно поповнюється та оновлюється.

До відомих препаратів відносять інгібітори ангиотензинперетворюючого ферменту (АПФ), які перешкоджають перетворенню ангиотензину I в ангиотензин II, а також стабілізують калікреїнінову систему. За результатами дослідження EUCLID, застосування інгібітора АПФ лізиноприлу дозволило удвічі зменшити ризик прогресу-

вання ретинопатії і на 1/3 скоротити кількість її нових випадків протягом двох років спостереження [7,8].

Корекція метаболічних процесів у сітківці знайшла своє відображення в застосуванні антиоксидантів. На ранніх стадіях ДР була відмічена виражена активація перекисного окиснення ліпідів [8], у результаті чого автором був отриманий позитивний ефект від застосування токоферолу (1200 мг на день). Позитивний ефект був показаний при застосуванні комплексної антиоксидантної терапії – системної (альфа-токоферол) і місцевої (очні лікарські півки з емоксипіну) [9], і терапії мексидолом [10].

Починаючи з 1983 р., проведено досить багато експериментальних та клінічних досліджень щодо застосування пептидних біорегуляторів при ДР [11,12].

Перспективним видається використання для лікування ДР інгібіторів альдозоредуктази – ферменту, який бере участь у метаболізмі глюкози по поліоловому шляху з накопиченням в інсуліннезалежних клітинах сорбітолу. В експериментальних дослідженнях на тваринах було показано, що інгібітори альдозоредуктази гальмують дегенерацію перичитів при ретинопатії.

Ще одним перспективним напрямком у лікуванні ДР представляється застосування прямих інгібіторів фактору росту ендотелію судин – VEGF. Як відомо, VEGF запускає патологічний ріст новоутворених судин, геморагії і ексудацію з судин сітківки. Інтраокулярне введення анти-VEGF може бути ефективним на початкових стадіях ДР і зменшувати макулярний набряк або ретинальні неоваскуляризації [13,14].

Також ряд авторів рекомендує застосування низькомолекулярного гепарину, ферментів тромболітичної дії (гемази і плазміногену) [15,16].

Отже, корекція стану ендотелію і базальної мембрани судинної стінки представляється одним із найперспективніших напрямків із точки зору терапії ранніх стадій ДР і профілактики прогресування даного ускладнення [17,18]. У розвитку ДР значну роль відіграє стан ендотелію і базальної мембрани судинної стінки. У патогенезі ранніх стадій ДР важливе значення має порушення синтезу гепаринсульфату – глікозаміноглікану, що входить до складу базальної мембрани і утворює активний поверхневий шар клітин ендотелію судин сітківки, що призводить до дисфункції ендотелію і порушення структури базальної мембрани, чим обумовлюються зміни на очному дні [19].

Останніми роками з'явилося багато повідомлень про застосування в лікуванні ДР препаратів сулодексид (Вессел Дуе Ф, «Alfa Wassermann», Італія) із групи глікозаміногліканів (ГАГ), що складається з гепариноподібної фракції (80%) і дерматан-сульфату (20%) [20].

В організмі ГАГ фіксовані на ендотелії, підтримують його негативний заряд, посилюють тромборезистентність та стійкість до впливу протеаз, екзо- і ендотоксинів, імунних комплексів, тощо. ГАГ регулюють проникність стінок капілярів

і мікроциркуляцію в органах і тканинах. Сулодексид має, перш за все, виражену ангіопротекторну дію: маючи тропізм до судинної стінки і абсорбуючись в основному (90%) ендотелієм, препарат відновлює щільність негативного електричного заряду базальної мембрани і цілісність судинної стінки [21,22,23].

Одна з останніх публікацій присвячена експериментальному дослідженню впливу сулодексиду на ендотеліязалежну вазодилатацію мозкових судин у тварин з експериментальним ЦД. При введенні сулодексиду тваринам з експериментальним ЦД відбувається зниження концентрації ендотеліну-1 і збільшення концентрації оксиду азоту, що призводить до поліпшення вазодилатуючої функції ендотелію [24].

На підтвердження експериментальних даних, наводимо результати роботи, метою якої було вивчення впливу сулодексиду на функціональний стан ендотелію у хворих на ЦД 2 типу з ДР. Проведене дослідження концентрації ендотеліальних чинників свідчить про позитивний вплив сулодексиду на стан ендотелію в пацієнтів із ДР за рахунок корекції синтезу вазоактивних чинників (ендотеліну, оксиду азоту) стимуляції фібринолітичної активності судинної стінки. Відсутність достовірних змін коагуляційної ланки системного гемостатичного потенціалу свідчить про мінімальний ризик будь-яких ускладнень із боку системи гемостазу при застосуванні сулодексиду. [25]

У роботі Миленської та Іщенко [24] представлені результати дослідження клінічної значущості сулодексиду (Вессел Дуе Ф) у комбінації з ЛК сітківки для профілактики і лікування початкових і виражених стадій ДР у 191 хворого на ЦД. За даними аналізу динаміки стану очного дна у хворих на ЦД через 2 роки після лікування, застосування препарату сулодексиду дозволяє зменшити мікросудинні порушення у хворих із початковими змінами на очному дні. У хворих на ЦД із непроліферативною і препроліферативною ДР ЛК у поєднанні з препаратом сулодексид спричинила стійку позитивну дію на перебіг хвороби. Хворим на ЦД із вираженими змінами на очному дні для досягнення стабілізації процесу необхідно проводити кілька повторних курсів ЛК у поєднанні з лікувальними курсами Вессел Дуе Ф [24].

Таким чином, сулодексид при ДР проявляє комплексну дію: виражену ангіопротекторну

(відновлення електричного заряду базальної мембрани і цілісності судинної стінки), антитромботичну, фібринолітичну і може активно застосовуватися в якості засобу консервативної терапії у хворих із ДР.

Матеріали та методи

Обстежено 43 хворих на ЦД 2 типу з підвищеною вагою (21 жінок і 22 чоловіків) тривалістю від 1 до 25 років, у середньому $10,95 \pm 1,35$ років. ІМТ хворих варіював у межах від 24 до 38 кг/м², у середньому – 32,6 кг/м². Рівень глікозильованого гемоглобіну на момент обстеження хворих становив $7,7 \pm 0,14\%$, індивідуальні значення коливались від 6,8 до 9,1%, тобто в більшості обстежених ЦД був у стані декомпенсації.

ДР виявлена в 33 хворих: у 7 осіб спостерігалась проліферативна, у 23 хворих – непроліферативна, у 3 хворого – препроліферативна стадія ДР. Гіпетонічна ангіопатія сітківки виявлена у 8 хворих, крім того, початкова катаракта встановлена у 40 обстежених. 17 хворих мали діабетичну нефропатію.

На початку курсу лікування препарат сулодексид (Вессел Дуе Ф, «Alfa Wassermann», Італія) призначали внутрішньом'язово щоденно по 2 мл (600 ЛО) протягом 10 діб, після чого хворі продовжували вживати цей препарат у капсулах у дозі 250 ЛО протягом наступних 6 місяців.

Офтальмологічне обстеження включало визначення гостроти зору (візіометрію) суб'єктивним методом за допомогою таблиць Сивцева-Головіна з відстані 5 метрів. Рефрактометрія здійснювалася суб'єктивним методом за допомогою підбору лінз. Для об'єктивної оцінки стану органу зору проводили зворотну офтальмоскопію за допомогою дзеркального офтальмоскопа і пряму офтальмоскопію – за допомогою прямого офтальмоскопа Біомед YZ11D (AC/DC) автономний, біомікроскопію передньої камери ока – за допомогою щілинної лампи SL115 Classic («Carl Zeiss», Німеччина) при 40-60-кратному збільшенні. При офтальмоскопії оцінювали стан судин сітківки, кількість і чіткість контурів судин, наявність ретинальних геморагій, твердих та м'яких ексудатів, розміри преретинальних геморагій, наявність новоутворених судин і фіброзних змін сітківки, наявність і інтенсивність набряку центральних відділів сітківки. Фотореєстрації змін на очному дні здійснювалася за допомогою фундус-камери CR – 2 PLUS («Canon»).

Результати та їх обговорення

Порівняльна оцінка гостроти зору у хворих на ЦД до та після лікування наведена в табл. 1.

Таблиця 1.

Порівняльна оцінка гостроти зору у хворих на ЦД до та після лікування

Гострота зору до лікування	Кількість очей	Гострота зору після лікування				
		0,01-0,05	0,1-0,3	0,4-0,6	0,7-0,8	0,9-1,0
0,01-0,05	3	-	-	-	-	-
0,1-0,3	7	-	6	4	-	-
0,4-0,6	22	-	-	10	10	2
0,7-0,8	38	-	-	-	11	27
0,9-1,0	16	-	-	-	-	16
Усього	86		6	14	21	45

Поліпшення зору відмічено на 46 очах. До лікування гострота зору 0,01-0,05 була відмічена лише на трьох очах, після лікування такої гостроти зору зафіксовано не було, оскільки на цих очах відмічено покращання гостроти зору до 0,1. Гострота зору 0,1-0,3 встановлена на 7 очах до лікування, тоді як після лікування – на 6 очах. У хворих, в яких гострота зору до лікування була в межах 0,4-0,6 та 0,7-0,8, спостерігалось її підвищення після лікування на кілька десятків: із 0,4-0,6 до 0,7-0,8 – на 10 очах, а на 2 очах – до 0,9-1,0, на 27 очах відмічено підвищення гостроти зору з 0,7-0,8 до 0,9-1,0.

Поліпшення гостроти зору супроводжувалося позитивною динамікою картини очного дна. Аналіз

фотографій очного дна дозволив зафіксувати наявність мікроаневризм (переважно у хворих переважно у хворих із діабетичною непроліферативною ретинопатією, васкулярна фаза), крововиливів та твердих ексудатів у хворих із препроліферативною та проліферативною ретинопатією.

Крововиливи зафіксовані у 26 хворих на 47 очах. Їх кількість до лікування становила від 3 до 84, у середньому $41,27 \pm 3,2$, тоді як після 6-місячного курсу лікування сулодексидом кількість крововиливів зменшилась на всіх обстежених очах. Індивідуальні показники знаходились у межах від 1 до 54, у середньому $23,8 \pm 2,0$, тобто після лікування кількість крововиливів вірогідно зменшилась ($p < 0,001$). Вплив сулодексиду на картину очного дна наведений на **рис. 1**

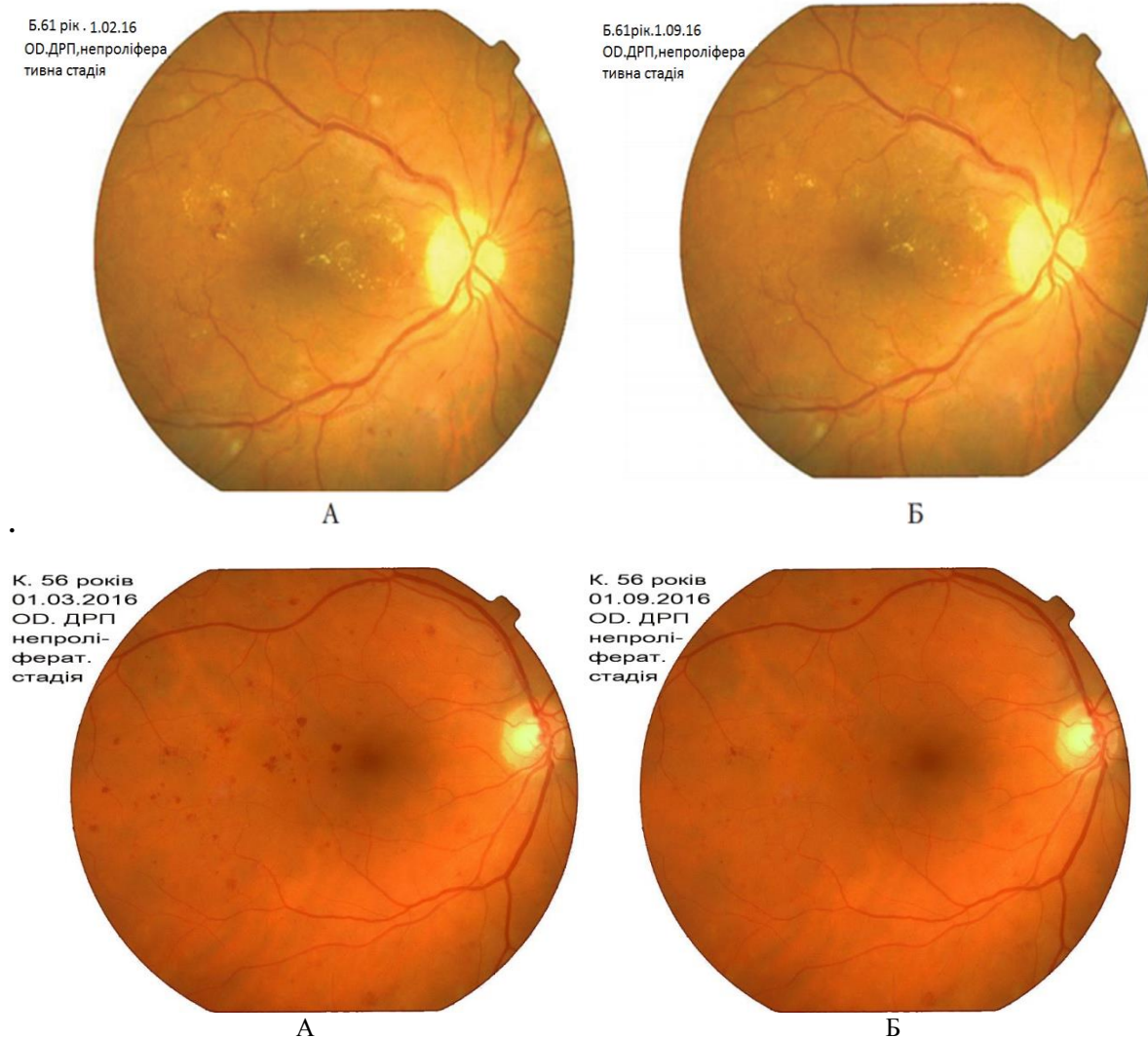


Рисунок 1. Фотографії очного дна хворих Б. і К. до (А) і після (Б) лікування

Тверді ексудати до лікування виявлені у 12 хворих на 18 очах. Їх кількість коливалась від 4 до 67, у середньому $52,21 \pm 2,9$. Після лікування вона зменшилась у цих хворих на 14 очах: діапазон коливань від 1 до 58, у середньому $33,71 \pm 3,2$, $p < 0,05$. Таким чином, сулодексид сприяв вірогідному зменшенню кількості твердих ексудатів у хворих із ДР.

Мікроаневризми були зафіксовані в 10 хворих на 14 оці. До лікування їх кількість становила від 2

до 15, у середньому $7,6 \pm 0,7$, а після лікування зменшилась у 8 хворих на 13 очах і становила в середньому $6,3 \pm 0,5$, $p > 0,05$. Отже, за нашими даними, сулодексид не вплинув на кількість мікроаневризм. Очевидно, його недоцільно призначати хворим із діабетичною непроліферативною ретинопатією, васкулярна фаза. Кращий ефект лікування спостерігався у хворих із ДР непроліферативною стадією, геморагічною та ексудативними формами

і препроліферативною стадіями. Для визначення впливу рівня глікемії на показники, що вивчалися, ми проаналізували рівень глікозильованого гемоглобіну до та після лікування. Діапазон коливань глікозильованого гемоглобіну до лікування знаходився в межах від 6,8 до 9,1%, ($7,75 \pm 0,14\%$), після лікування – від 6,5 до 9,4%, ($7,65 \pm 0,13\%$, $p > 0,05$).

Тобто, рівень глікозильованого гемоглобіну залишався практично незмінним протягом усього курсу лікування.

У більшості досліджень позитивний ефект лікування сулодексидом (Вессел Дуе Ф) пов'язують із його профібринолітичною активністю, зменшенням в'язкості крові та поліпшенням мікроциркуляції [11,12]. Ми проаналізували вплив препарату на показники коагулограми (табл. 2).

Таблиця 2.

Вплив терапії сулодексидом на показники коагулограми у хворих на ЦД із ДР ($M \pm m$)

Показники	До лікування	Після лікування
ПТІ, %	99,9 \pm 1,21	94,4 \pm 0,92*
Фібрин, мг	17,02 \pm 0,83	14,7 \pm 0,57*
Час рекальцифікації, сек	88,4 \pm 2,2	86,0 \pm 3,5
Фібриноген, мг/л	3305 \pm 123,2	3187 \pm 112,2

Примітка: * – різниця між показниками до та після лікування вірогідна ($p < 0,05$).

До лікування індивідуальні значення протромбінового індексу (ПТІ) знаходились у межах від 92 до 110%, у середньому 99,9 \pm 1,21%, після лікування діапазон коливань ПТІ був від 88 до 105%, у середньому 94,4 \pm 0,92%, $p < 0,05$. Рівень фібрину до лікування коливався в межах від 11 до 25 мг, у середньому 17,02 \pm 0,83 мг, після лікування відповідно – від 11 до 10 мг, у середньому 14,7 \pm 0,57 мг ($p < 0,05$). Таким чином, під впливом сулодексида вірогідно зменшувався протромбіновий індекс (ПТІ) та кількість фібрину, що може свідчити про позитивний його вплив на зсідання крові, зменшення в'язкості і покращання її реологічних властивостей у хворих на ЦД [9,10].

Інші досліджені показники коагулограми (час рекальцифікації та вміст фібриногену) дещо знизилися в ході лікування, проте ці зміни не досягли рівня достовірності

Висновки

Таким чином, у нашому дослідженні запропоновано та проаналізовано метод консервативної терапії діабетичної ретинопатії – застосування глікозаміноглікану сулодексида протягом 6 місяців. У результаті лікування було досягнуто покращання гостроти зору на 46 очач у 43 хворих, яке супроводжувалося позитивною динамікою очного дна. Було встановлено вірогідне зменшення крововиливів та твердих ексудатів, тоді як кількість мікроаневризм вірогідно не змінилася. Таким чином, препарат сулодексид доцільно призначати хворим з діабетичною ретинопатією непроліферативної та препроліферативної стадій.

Література

1. Alberti K.G. Harmonizing the metabolic syndrome: a joint interim statement of the International Diabetes Federation Task Force on Epidemiology and Prevention; National Heart, Lung, and Blood Institute; American Heart Association; World Heart Federation; International Atherosclerosis Society; and International Association for the Study of Obesity / K.G. Alberti [et al.] // *Circulation*. 2009. – Vol.120. –P. 1640–1645.

2. Eisenbarth G.S. Type 2 diabetes mellitus / Eisenbarth GS, Polonsky KS, Buse JB // In: Melmed S, Polonsky KS, Larsen PR, Kronenberg HM, eds. *Williams Textbook of Endocrinology*. 12th ed. Philadelphia, Pa.: Elsevier Saunders. – 2011. – Vol.1. – P. 31.

3. Wong N.D., Nelson J.C., Granston T. Metabolic Syndrome, Diabetes, and Incidence and Progression of Coronary Calcium / N.D. Wong., J.C. Nelson., T. Granston. // *J. Am. Coll. Cardiol. Img.* - 2012. - V. 5. - P.358-366.

4. Association of weight status with mortality in adults with incident diabetes / M.R. Carnethon [et al] // *JAMA*.- 2012.- V.308(6).-P. 581-90.

5. Астахов Ю.С., Шадрічев Ф.Е., Лисочкіна А.Б. Діабетическа ретинопатія. Клинические рекомендации «Офтальмология-2006» / Под ред. Л.К. Мошетовой, А.П. Нестерова, Е.А. Егорова. // М.: ГЭОТАР-Медиа, 2006. – С.139-163.

6. Дедов И.И., Шестакова М.В., Миленская Т.М. Сахарный диабет: ретинопатия, нефропатия // М.: 2001. – 176 с.

7. Watanabe, D., Suzuma, K., Suzuma, I., Ohashi, H., Ojima, T., Kurimoto, M., Murakami, T., Kimura, T. and Takagi, H. (2005) Vitreous levels of angiopoietin 2 and vascular endothelial growth factor in patients with proliferative diabetic retinopathy. *Am. J. Ophthalmol*

8. Евграфов В.Ю. Діабетическа ретинопатія: патогенез, диагностика, лечение: Автореф. дис. ... докт. мед. наук. М. – 1996. – 47 с.

9. Mayer-Davis E.J., Bell R.A., Reboussin B.A. et al. Antioxidant nutrient intake and diabetic retinopathy. The San Luis Valley Diabetes Study // *Ophthalmology*. 1998,105, 2264-2270.

10. Галилеева В.В., Киселева О.М. Применение антиоксиданта мексидола у больных с диабетической ретинопатией. Тез. докл. VII съезда офтальмологов России. Ч. 2. – М. – 2000. – С. 425-426.

11. Трофимова С.В. Применение пептидных биорегуляторов при лечении диабетической ретинопатии: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – СПб. – 1999. – 20 с.

12. Хавинсон В.Х., Трофимова С.В. Биорегуляторные пептиды в лечении диабетической ретинопатии. Тез. докл. VII съезда офтальмологов России. – Ч.1. – М. – 2000. – С. 335.
13. Kim, J, Kim, S. J., Chang, Y. S. and Park, W. S. (2014) Combined intravitreal bevacizumab injection and zone I sparing laser photocoagulation in patients with zone I retinopathy of prematurity. *Retina* 34, 77-82.
14. Kim, N. H., Oh, J. H., Seo, J. A., Lee, K. W., Kim, S. G., Choi, K. M., Baik, S. H., Choi, D. S., Kang, Y. S., Han, S. Y., Han, K. H., Ji, Y. H. and Cha, D. R. (2005) Vascular endothelial growth factor (VEGF) and soluble VEGF receptor FLT-1 in diabetic nephropathy. *Kidney Int.* 67, 167-177
15. Broekhuizen, L. N., Lemkes, B. A., Mooij, H. L., Meuwese, M. C., Verberne, H., Holleman, F., Schlingemann, R. O., Nieuwdorp, M., Stoes, E. S. and Vink, H. (2010) Effect of sulodexide on endothelial glycocalyx and vascular permeability in patients with type 2 diabetes mellitus. *Diabetologia* 53, 2646-2655
16. Strojil J. Sulodexid. *Remedia.* 2006, N 16, 376-381.
17. Frati-Munari AC (2013) [Medical significance of endothelial glycocalyx]. *Arch Cardiol Mex* 83: 303-312.
18. Flota-Cervera LF, Paz-Janeiro JL, Guevara-Saldívar MI, Muñoz-Martínez TC, Nuricumbo-Vázquez A, et al. (2014) Sulodexida para la enfermedad venosa crónica. Experiencia clínica en México. *Rev Mex Angiol* 42: 28-37.
19. Тюренок И.Н., Воронков А.В., Слиецанс А.А. и др. Изучение влияния сулодексида на эндотелийзависимую вазодилатацию мозговых сосудов у животных со стрептозотоцин-индуцированным сахарным диабетом // *Сахарный диабет.* – 2011. – № 3. – С. 12-15.
20. Weiss R., Niecestro R., Raz I. The role of sulodexide in the treatment of diabetic nephropathy // *Drugs.* 2007, 67, N18, 2681-2696.
20. Hoppensteadt DA, Fareed J (2014) Pharmacological profile of sulodexide. *Int Angiol* 33: 229-235.
21. Lanver D.A., Lucchesi B.R. Sulodexide: a renewed interest in this glucosaminoglycan // *Cardio. Drug.* 2006, 24, N 3-4, 214-226.
22. Гаврилова Н.А., Тищенко О.Е. Влияние сулодексида на функциональное состояние эндотелия у больных сахарным диабетом с диабетической ретинопатией // *Сахарный диабет.* – 2011. – № 2. – С. 66-69.
23. Миленская Т.М., Ищенко И.М. Эффективность применения препарата Вессел Дуэ Ф у больных сахарным диабетом с непролиферативной и препролиферативной диабетической ретинопатией // *Фарматека.* – 2009. – № 3. – С. 82-86.
24. Mannello F, Ligi D, Raffetto JD (2014) Glycosaminoglycan sulodexide modulates inflammatory pathways in chronic venous disease. *Int Angiol* 33: 236-242

АНАЛИЗ РЕЧЕВЫХ НАРУШЕНИЙ В ОСТРОМ ПЕРИОДЕ ЦЕРЕБРАЛЬНОЙ ИШЕМИИ

Усанова Т.А.

ФГБОУ ВПО «НИ Мордовский государственный университет»,
медицинский институт, г. Саранск

ANALYSIS OF SPEECH DISORDERS IN THE ACUTE PHASE OF CEREBRAL ISCHEMIA

Usanova T.A.

АННОТАЦИЯ

В XXI веке к Острой церебральной ишемии по-прежнему сохраняется высокий исследовательский интерес. Это обусловлено широтой распространения, тенденцией к омоложению инсульта, разнообразием клинических проявлений данного заболевания. Проведено обследование 48 пациентов с афазией в остром периоде ишемического инсульта в 1-й, 8-й и 15-й дни пребывания в стационаре. С использованием специализированной методики дана оценка структуры и тяжести афазии, количественная характеристика динамики речевых нарушений.

ABSTRACT

In the XXI century for acute stroke is still a high research interest. This is due to the breadth of distribution, the trend towards younger stroke, a variety of clinical manifestations of the disease. Examined 48 patients with aphasia in the acute phase of ischemic stroke: the 1st, 8th and 15th days of hospitalization. With the use of specialized techniques evaluated the structure and the severity of aphasia, a quantitative characterization of the dynamics of speech disorders.

Ключевые слова: церебральная ишемия, афазия.

Keywords: ischemic stroke, aphasia.

Введение

Острая церебральная ишемия на сегодня является одной из наиболее актуальных медицинских и социально-экономических проблем. Детальное изу-

чение этиологических факторов, механизмов патогенеза, разнообразия клинических проявлений, разработка и совершенствование новых методов лечения пациентов с данной патологией остаются приоритетным направлением современной медицины.

Значимость проблемы острой церебральной ишемии не ограничивается высокой заболеваемостью и смертностью. Это лидирующая причина первичной инвалидизации по всему миру [1, 2]. Около трети больных с этим заболеванием вследствие очагового поражения головного мозга страдают речевыми нарушениями: афазией и/или дизартрией. Афазия – это системное нарушение речи, развивающееся при данной патологии. При афазиях нарушается речевая деятельность во всех ее проявлениях: устная и письменная речь, понимание чужой речи, способность называния, грамматический строй речи и т. д. В настоящее время большинством специалистов используется классификация афазий А.Р. Лурии. В соответствии с ней выделяют семь форм афазии [3]: эфферентная моторная афазия, афферентная моторная афазия, динамическая афазия, акустико-гностическая афазия, амнестическая афазия, семантическая афазия, амнестическая афазия. По данным регистра инсульта НИИ неврологии РАМН афазии наблюдаются у 35,9% больных в конце острого периода инсульта, дизартрии – у 13,4% больных [4]. В случае выраженного речевого дефекта у пациента нарушается его социальная адаптация, существенно осложняется процесс реабилитации и это ведет к инвалидизации [5, 6, 7]. Кроме того, речевая патология у больных с ОНМК

часто сочетается с нарушением других высших мозговых функций, что значительно осложняет процесс диагностики и лечения [7, 8]. В связи с уменьшением смертности после инсульта и увеличением доли лиц, перенёсших инсульт, в общей популяции, можно ожидать увеличения распространённости речевых нарушений, что придаёт данной проблеме особую актуальность [8].

Цели и задачи исследования – изучить структуру речевых нарушений в остром периоде ишемического инсульта, оценить выраженность речевого дефекта в баллах специализированной методики, определить динамику речевых нарушений у больных с ишемическим инсультом.

Материал и методы

Нами осуществлялось обследование 48 пациентов в остром периоде ишемического инсульта, у которых одним из клинических синдромов были речевые нарушения. Пациенты находились на стационарном лечении в неврологическом отделении ГБУЗ «Республиканская клиническая больница № 3» г. Саранска в 2015–2016 гг. Диагноз острой церебральной ишемии подтвержден проведением компьютерной томографии головного мозга. Для диагностики характера речевых нарушений всем больным проводилось логопедическое и нейропсихологическое обследование. Для изучения оценки речевых нарушений использовалась методика Л.С. Цветковой. Данная методика дает возможность выявить качественную специфику нарушения речи и оценить выраженность этого нарушения, что позволяет выбрать более адекватные методы восстановительного обучения. Количественная оценка проводилась по 30-балльной шкале указанной методики. Степень выраженности нарушения речи определялась суммарным баллом: 0–90 баллов – очень грубая афазия; 90–130 – грубая; 130–175 – среднегрубая; 175–220 – средняя; 220–260 – среднелегкая; 260 и более легкая. Обследование каждого больного с помощью данной методики проводилось трёхкратно: в 1-й день, на 8-й и на 15-й день пребывания в стационаре. За время пребывания в стационаре больным проводилась традиционная медикаментозная терапия, реабилитационные занятия с логопедом. Оценка достоверности проводилась с помощью критерия Стьюдента, достоверными считались результаты с $p < 0,05$.

Результаты и их обсуждение

При первоначальном обследовании в 1-е сутки с помощью методики Л.С. Цветковой был проведен анализ структуры речевого дефекта у пациентов с афазией. Выявлены преобладающие формы речевых нарушений (таблица 1).

Таблица. 1.

Распределение больных по формам афазии

Вид афазии	Кол-во больных	%
Моторная (эфферентная и/или эфферентная)	20	41,7
Сенсо-моторная	17	35,4
Акустико-мнестическая	4	8,3
Амнестическая	4	8,3
Семантическая	2	4,2
Динамическая	1	2,1

Таблица. 2.

Распределение больных по степени тяжести афазии

Степень тяжести афазии	Кол-во больных	%
Очень грубая	7	14,6
Грубая	16	33,3
Грубо-средняя	9	18,8
Средняя	12	25
Средне-легкая	3	6,3
Легкая	1	2,1

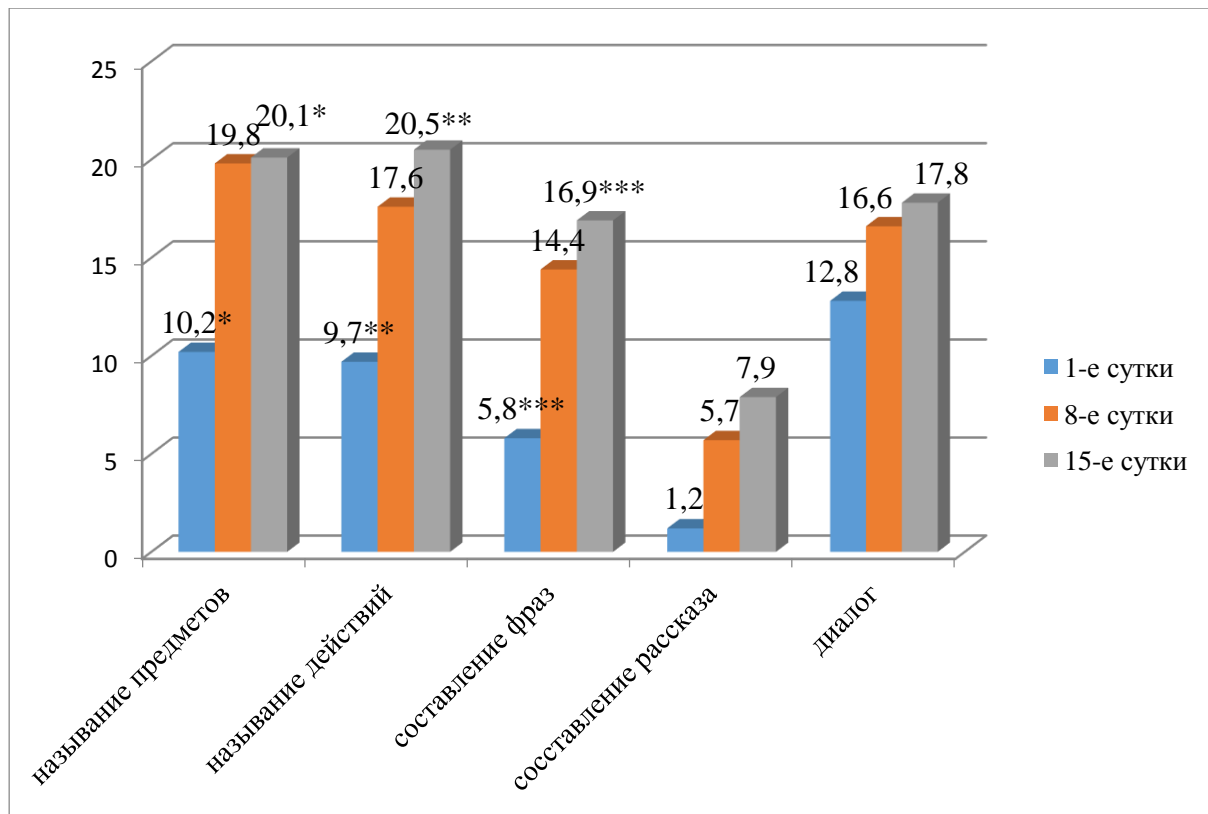


РИС. 1.

Динамика импрессивной речи при ишемическом инсульте в баллах методики Л.С. Цветковой; различия достоверны с $t=3,34$ и $p<0,005$ (*), $t=2,29$ и $p<0,02$ (**), $t=2,37$ и $p<0,01$ (***)

Как видно из таблицы, среди больных, участвовавших в настоящем исследовании, преобладали лица с моторной афазией (41,7% всех пациентов). Второй по численности была группа пациентов с сенсомоторной афазией (35,4%). Остальные формы речевых нарушений в настоящем исследовании количественно были представлены незначительно. В группе моторной афазии отдельно можно выделить пациентов с афферентной (25%), эфферентной (15%) и афферентно-эфферентной (60%) формами афазии. При оценке степени тяжести речевого дефекта в 1-е сутки отмечено, что у пациентов с афазией при включении в настоящее исследование преобладали грубая и средняя степень выраженности речевого дефекта (таблица 2). На 8-е сутки пребывания в стационаре у большинства пациентов с афазией отмечается улучшение состояния речевой функции при оценке по методике Л.С. Цветковой: до 40% увеличилась доля пациентов со средней и среднелегкой формами афазии, у 3 пациентов (7,5%) отмечалась афазия легкой степени. Но более 30% пациентов имели очень грубую и грубую формы афазии, с незначительным уменьшением количества очень грубой формы (до 5 пациентов). Динамика состояния импрессивной речи у пациентов с афазией в остром периоде ишемического инсульта представлена на рис. 1. В среднем по всем параметрам импрессивной речи отмечается положительная динамика. Наиболее существенное

улучшение за период с 1-го по 15-й дни пребывания в стационаре наблюдается по упражнениям «Называние предметов» (на 97%), «Называние действий» (на 92%) и «Составление фраз» (увеличение балла в 1,9 раза). Более сложные виды речевой деятельности, такие как диалог и составление рассказа, за время наблюдения улучшаются незначительно, различия суммарного балла на 1-е и 15-е сутки не достигли уровня статистической достоверности ($p>0,05$). Состояние экспрессивной речи при афазии вследствие ишемического инсульта на фоне лечения также улучшается. Результаты улучшения состояния экспрессивной речи представлены на рис. 2. Как видно на рисунке, у больных с церебральным инсультом за время наблюдения с 1-го по 15-й день пребывания в стационаре отмечается положительная динамика параметров экспрессивной речи. Исходная оценка по упражнениям, отвечающим за понимание речи, у пациентов в 1-й день наблюдения выше, чем по параметрам импрессивной речи (рис. 1). Данное обстоятельство объясняется характером речевых нарушений у пациентов: преобладание моторной афазии как вида речевого дефекта у больных, включенных в исследование. Наиболее существенное улучшение состояния функции речи происходит в отношении понимания действий (увеличение балла на 58,4%), понимания инструкций (на 91,9%) и понимания фраз (на 86,9%).

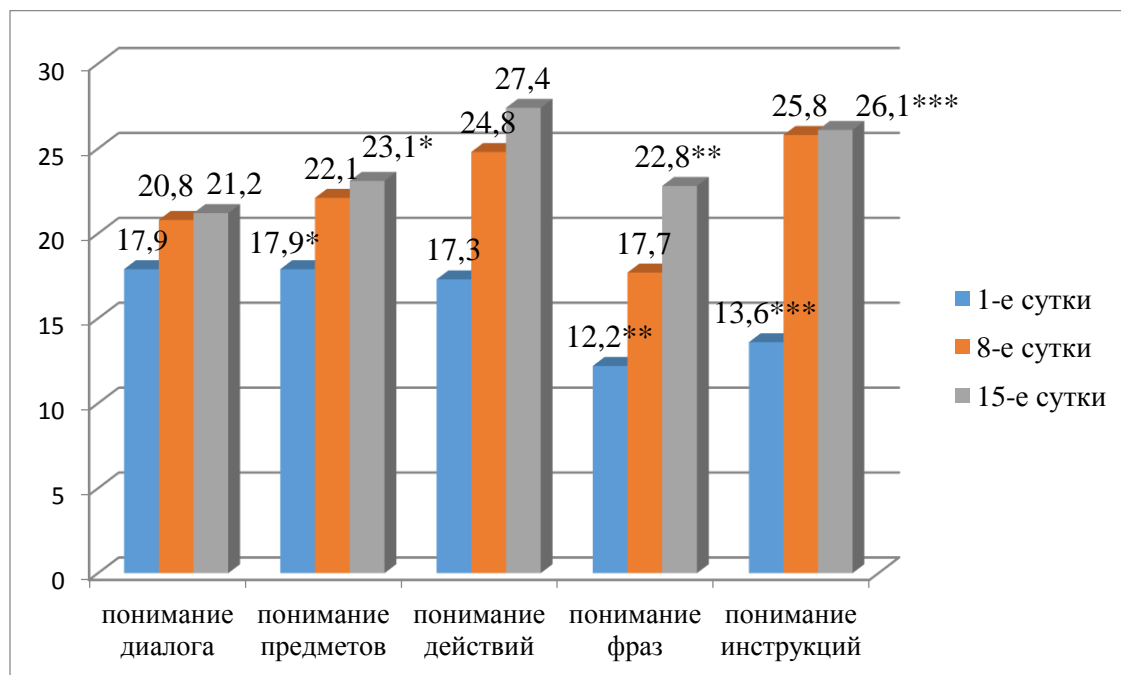


РИС. 2.

Динамика экспрессивной речи при ишемическом инсульте в баллах методики Л.С. Цветковой; различия достоверны с $t=1,68$ и $p<0,05$ (*), $t=2,22$ и $p<0,02$ (**), $t=2,18$ и $p<0,02$ (***)

Выводы

Проведение периодического обследования больных с афазией с помощью специализированной методики позволяет дать объективную количественную оценку имеющихся речевых нарушений в остром периоде церебральной ишемии, определить степень их тяжести и выявить характер изменения речевого дефекта за период стационарного лечения. В течение периода стационарного лечения больных с церебральной ишемией отмечается достоверная положительная динамика по ряду параметров как импрессивной, так и экспрессивной речи.

Литература

1. Виберс Д., Фейгин В., Браун Р. Инсульт. Клиническое руководство: пер. с англ., 2-е изд., испр. и доп. М.: Диалект, 2005. 608 с.
2. Гусев Е.И., Скворцова В.И., Стаховская Л.В. Проблема инсульта в Российской Федерации:

время активных совместных действий. Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. 2007. № 8. С. 4-10.

3. Зайцев И.С. Афазия: учебно-методическое пособие. Минск: БГПУ им. Максима Танка, 2006. 35 с.

4. Кадыков А.С., Шахпаронова Н.В. Сосудистые заболевания головного мозга: справочник. М.: Миклош, 2010. 200 с.

5. Ахутина Т.В. Нейролингвистический анализ динамической афазии. М.: Теревинф, 2002. 144 с.

6. Визель Т.Г. Основы нейропсихологии: учеб. для студентов вузов. М.: АСТ Астрель Транзиткнига, 2005. 384 с.

7. Кадыков А.С. Реабилитация после инсульта. М.: Миклош, 2003. 176 с.

8. Парфёнов В.А. Лечение и реабилитация пациентов, перенесших ишемическое нарушение мозгового кровообращения. Атмосфера. Нервные болезни. 2006. № 1. С. 8-11.

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

THE PREDICTION MAP OF GEOELECTRIC SECTIONS OF AUSTRALIA

Bashkuev Yu.B.

Institute of Physical Materials Science of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of Laboratory Ulan-Ude, Russia

Angarkhaeva L.Kh.

Institute of Physical Materials Science of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Assistant Professor, Leading Researcher Ulan-Ude, Russia

Buyanova D.G.

Institute of Physical Materials Science of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Assistant Professor, Leading Researcher Ulan-Ude, Russia

Advokatov V.R.

Institute of Physical Materials Science of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Senior Researcher Ulan-Ude, Russia

ABSTRACT

Predictive map of geoelectric sections of the Australia, necessary for calculation of propagation of VLF-MF radiowaves, is constructed. Taking into account the layered structure of the underlying medium, this map is capable of increasing the accuracy of electromagnetic field calculations by 1,5-3 times as compared to the Morgan-Maxwell map and ITU-R Recommendation P.832-2. The methodology of the geoelectric mapping is described. The studies of electrical properties of layered media by combined radio and geophysical methods in a variety of natural and geological conditions, and the proposed method of geoelectric mapping have resulted in the construction of a new generation of maps showing the electrical properties of the underlying medium that account for the layered structure of the crust and have no analogues in the world.

Keywords: geoelectric section, rocks, electrical properties, predictive map, surface impedance.

Introduction

The prediction of characteristics of excitation and propagation of radiowaves in low frequency radio range area is realized with the regard for electric properties of underlying medium, as a rule. Operational effectiveness of different telecommunication systems depends considerably on good knowledge of electric characteristics of underlying medium and it's time and space variations. Considering it, the background electric characteristics of large areas are of the great interest for practice because they let the researchers make the exact calculations of electromagnetic fields [1-4]. Electric properties of stratified underlying medium in low frequency area of radio range are regularly changed in space and depend on a type of geo-electric structure (depression, massif, fault zone) and belonging to this or that complex of crystal and sedimentary rocks. The method of prediction of stratified medium electric properties of uninvestigated territories is based on the classification of geo-electric structures and on quantitative results of diagnostics of territories-analogues (key-areas). It permits to make an goal-directed quest for areas with predetermined electric characteristics.

The R. Morgan-E. Maxwell's conductivity map of the globe [1] doesn't often satisfy the needs of practice, because it is composed on homogeneous underlying medium model. There are considerable differences with measured results in some regions, here at electric boundaries of the map don't coincide with real electric and geological boundaries. Therefore a creation of new prediction map of geoelectric sections of world's continents has been necessary.

Geoelectric mapping method

In 1971-2015 our laboratory worked out the basis of radiophysical diagnostics of electric state of the stratified underlying medium in the low frequency area of radio range. With the help of ground and remote (from plane's board) methods of radio-impedance sounding and profiling the general and regional regularities of space-time and frequency variation of Euroasia stratified underlying medium geoelectric characteristics have been established [3-5]. Electric characteristics of investigated regions are typical for continental crust. Surface impedance belongs to inductive area and it varies within the wide limits from minimal for salines to maximal for granitoids and glacial shields. On the basis of objective classification of geoelectric structures of

The normalized surface impedance of the n -layered medium is presented as $\delta^{(n)} = \delta_1 \cdot Q^{(n)}$, which is suitable to be computer calculated [3]. Here δ_1 is homogeneous medium's surface impedance with the first layer parameters; $Q^{(n)} = F(f, \rho_j, \varepsilon_j, h_j)$ is a correcting

factor taking into account lower earth's layers. On the Fig. 2 the frequency dependences of the impedance modulus $|\delta|$ and phase φ_{δ}° are given for more spreading types of GES of Australia.

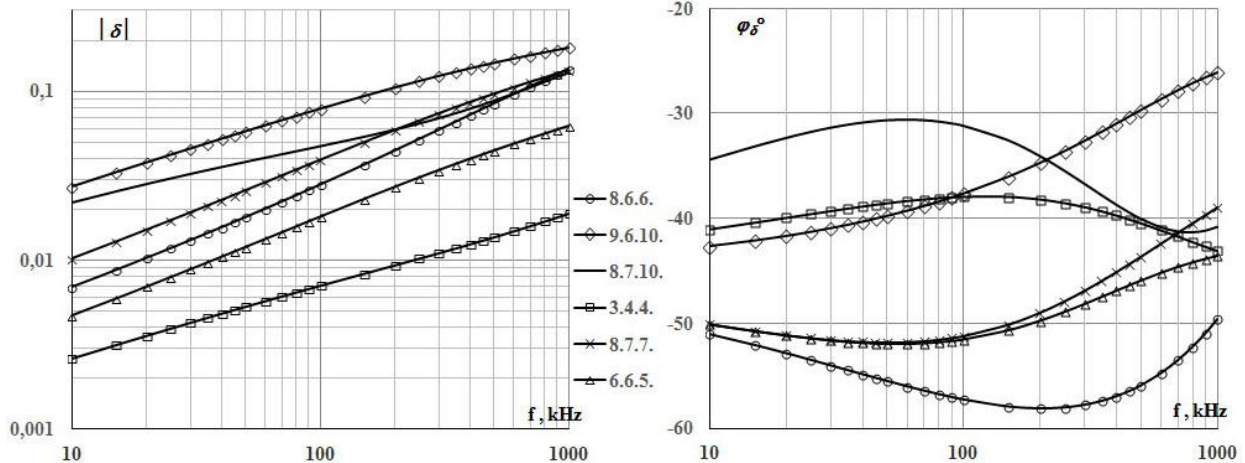


Fig. 2. The frequency dependences of $|\delta|$ and φ_{δ}° for typical GES of Australia.

Analysis of the modulus $|\delta|$ and phase φ_{δ}° of impedance on GES map shows the considerable limits of its variations. So, at $f = 10$ kHz the values of $|\delta|$ are changed from 0,0026 up 0,027, φ_{δ}° - from -34° up to -51° ; and at $f = 1000$ kHz the values of $|\delta|$ vary from 0,019 up 0,18, φ_{δ}° - from -26° up to -50° .

The maps of GES help us to determine a radio field attenuation function W in wide radio wave range with regard for relief and forest. The values of W for model of impedance multi-sectional radio path are calculated on the basis of the numerical solution of Hufford's integral equation [3]. The prediction mistake of field attenuation is $\pm(15\div 30)\%$. Prediction maps of GES are composed for a dry season. The conditions in upper layer of GES are changed in a year cycle, also there are the change of temperature distribution character and rock's structure, humidity, saline composition and phase state of water in rock. The mapping territories belong to the equatorial and the sub-tropic areas basically, for which an un-regular distribution of precipitations in a year is typical. The variation of electric condition of GES for these areas is conditioned mainly by mass-exchange (moisture-ion-transfer). The stratified medium model with properties and structure varying according to climatic conditions [3] allows to take into account season changes of impedance of boundary surface and near-earthly radio field.

Conclusion

The method of physical-statistics prediction of GES of stratified natural medium basic types has been developed. It takes into account physical processes in medium of different space-time scale. The methodology of small and large-scale geo-electric mapping has been grounded and elaborated in details. The prediction maps of GES of Australia have been compiled. In order to precise maps it is necessary to test the prediction by direct measurements of surface impedance.

Acknowledgment

This study was financially supported by the state budget project "Radio wave propagation in inhomogeneous impedance channels".

References

1. Morgan R., and Maxwell E. Omega Navigation System Conductivity Map. Washington: Office of Naval Research, 1965.
2. ITU-R Recommendation P.832-2: World atlas of ground conductivities, 1999.
3. Bashkuev Yu.B. Electrical properties of natural layered media. Novosibirsk: SB RAS publishing house, 1996.
4. Bashkuev Yu.B., Advokatov V.R., Angarkhaeva L.Kh., Dorzhiev V.S., and Hayakawa M. Maps of geoelectric sections of Turkey, Iran, Afghanistan, Pakistan, Korea, and Japan // Natural Hazards and Earth System Sciences, 8, pp. 861-868, 2008.
5. Bashkuev Yu.B., Advokatov V.R., and Angarkhaeva L.Kh. Predictive Map of Geoelectric Sections of North and South America // Universal Journal of Geoscience, 1(2), pp. 84-89, 2013.
6. Thiel D.V. Surface-Impedance Changes in the Vicinity of an Abrupt Lateral Boundary at the Earth's Surface // IEEE Trans. Geosci. Remote Sensing, vol. 28, no. 4, pp. 500-502, July 1990.
7. Thiel D.V. A Preliminary Assessment of Glacial Ice Profiling Using VLF Surface-Impedance Measurements // Journal of Glaciology, vol. 32, no. 112, pp. 376-382, 1986.
8. Bibby H.M. Electrical Resistivity Mapping in the Central Volcanic Region of New Zealand // New Zealand Journal of Geology and Geophysics, vol. 31, pp. 259-274, 1988.
9. Constabl S.C. Resistivity Studies over the Flinders Conductivity Anomaly, South Australia // Geophys. J. Roy. Astron. Soc., 83, no. 3, pp. 75-86, 1985.

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

ФОРМУВАННЯ М'ЯСНОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ НАДРЕМОНТНОГО МОЛОДНЯКУ УКРАЇНСЬКОЇ ЧОРНО- РЯБОЇ МОЛОЧНОЇ ПОРОДИ У ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД УМОВ РОЗДАЧІ КОРМІВ ТА ПОРОДНОСТІ

Лицький В.О.

директор ДП «Цекинівське» Ямпільського району, Вінницької області, керівник філії кафедри розведення сільськогосподарських тварин і зоогієни Вінницького національного аграрного університету
FORMATION OF MEAT PRODUCTIVITY OF SUPER REMOUNT YOUNG OF UKRAINIAN BLACK-MOTLEY DAIRY BREED ACCORDING TO FODDER DISTRIBUTION CONDITIONS AND FULL-BLOODEDNESS

Litskij V.O., Director of the farm "Tsekynivske", Yampil District, Vinnytsia Region, Head of the department branch for breeding of agricultural animals and zoohygiene of Vinnytsia National Agrarian University

АНОТАЦІЯ

Дослідженнями встановлено, що підвищення виробництва яловичини успішно вирішується за рахунок роздачі кормів у годівельні столи при розведенні помісей $\frac{1}{2}$ чорно-ряба молочна порода X $\frac{1}{2}$ абердин-ангус. Так, жива маса за двома факторами (породність, умови роздачі кормів) збільшується до 16-ти місячного віку на 13,36кг (3,44%); у кращого за живою масою відповідно на 18,26кг (4,70%); виручка від реалізації збільшується на 4,94%; забійний вихід туші підвищується на 14,18% у порівнянні із стаціонарними годівницями та чистопорідними бичками, а забійний вихід – 12,49% при меншому виході внутрішнього жиру на 5,8кг; порівняльна оцінка живої маси та приростів показала, що помісні бички мали перевагу за живою масою над чистопорідними у 15-ти місячному віці $t_d=2,22$ ($P<0,05$) та у 16-ти місячному – 4,40 ($P<0,001$); рівень рентабельності з врахуванням роздачі кормів у чистопорідних бичків підвищився на 22,51% у помісей – на 23,53%, а з врахуванням роздачі кормів та породності – на 28%; отримано додаткової енергії при реалізації чистопорідних бичків 91,3МДж (за рахунок роздачі кормів), у помісей 245МДж, із врахуванням породності – 635,1 МДж та із врахуванням роздачі кормів та породності – 880,1МДж.

ABSTRACT

Investigations showed that it is possible to solve the problem of beef production at the expense of distributing the fodder onto the feeding tables when breeding the crosses of $\frac{1}{2}$ Ukrainian Black-Motley dairy breed X $\frac{1}{2}$ Aberdeen Angus. Thus, the live weight upon the 2 factors (pure blood, fodder distribution conditions) is increasing up to 16-months age on 13.36 kg (3.44 per cent); at the best upon the live weight – on 18.26kg (4.70 per cent); sales revenue is increasing on 4.94 per cent; slaughter yield is raising on 14.18 per cent and gives lower internal fat yield comparing to stationary feeders and purebred bull-calves. Comparative analyses of live weight and weight gain showed that cross-bred bulls have advances over pure-bred bulls by live weight at 15- months age - $t_d=2.22(P<0.05)$ and at 16-months age – 4.40($P<0.001$); the level of profitability when taking into consideration the fodder distribution conditions increased on 22.51 per cent, at crosses – on 23.53 per cent, when taking into consideration fodder distribution mode and pure bloodedness – on 28 per cent; additional amount of energy was received at pure-bred bulls – 91,3 MJ (at the expense of fodder distribution mode), at crosses – 245 MJ, taking into consideration pure bloodedness – 635,1 MJ and pure bloodedness and fodder distribution mode – 880,1 MJ.

Ключові слова: бички, надремонти, порода, українська чорно-ряба молочна, помісі $\frac{1}{2}$ абердин-ангус, роздача кормів, м'ясна продуктивність, енергетична цінність, ефективність.

Keywords: bulls, super remount, breed, Ukrainian Black-Motley dairy, cross $\frac{1}{2}$ Aberdeen Angus, fodder distribution, meet productivity, energy value, efficiency.

Постановка проблеми. За комплексом постембріонального розвитку та характеру вимог організму тварин, особливо, до умов годівлі та генетичних задатків можна виділити 5 періодів: новонародженості, молочний, статевий дозрівання, зрілості і розвитку, період старіння.

* *Науковий керівник: доктор с.-г. наук, професор, заслужений працівник освіти України, академік Української академії національного прогресу Польовий Л.В.*

Формування м'ясної продуктивності у молодняку великої рогатої худоби залежить від індивідуального розвитку. Спадковість м'ясної продуктив-

ності дуже складна, для проявлення у умовах промислової технології виробництва яловичини. У підприємствах невеликої потужності потребує нових підходів.

Так, у нормах технологічного проектування скотарських підприємств пропонуються використовувати роздачу кормів у годівельні столи. Їх застосування у порівнянні із відомими стаціонарними і мобільними годівницями в багатьох випадках не дало суттєвих переваг. Отримання відгодівельного молодняку від бугаїв плідників абердин-ангуської породи, у вищевідмічених умовах потребує уточнення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Інтенсифікація тваринництва визвала необхідність підвищення ролі зменшення витрат та годівлю тварин у приміщеннях, де тварини протягом доби самостійно вживають добу норму кормів, що дозволяє лімітувати природні звички у тварин. Тому, при активній експлуатації тварин необхідно оптимізувати умови життєдіяльності, особливо утримання і годівлю [1].

Використання внутрішньогосподарської спеціалізації дозволяє в рамках одного підприємства приводити розподіл праці, широко і ефективно впроваджувати індустріальні процеси, організувати рівномірне і ефективне виробництво яловичини [2].

Серед основних причин недостатнього рівня виробництва яловичини – є рівень ефективності ведення в галузі м'ясного скотарства на 50-60% використання енергії росту молодняком великої рогатої худоби.

Встановлено, що значний недобір м'ясної продукції відбувається за порушення технологій і зменшення застосування значення промислового схрещування та забезпечення тварин кормами [3].

Потребують зменшення енерговитрати при виробництві продуктів тваринництва на одиницю продукції у 3-4 рази, тому що вони перевищують аналогічні показники у порівнянні із іншими країнами світу [4]. Важливо в індустріальних приміщеннях розміщувати на вирощування та відгодівлю тварин з високими генетичними задатками на формування м'ясної продуктивності [5]. Індустріалізація виробництва яловичини має цілий ряд проблемних питань, які необхідно вдосконалювати в умовах переходу до енергоощадних технологій, де підтримуються оптимальні вимоги на підтримку мікроклімату, на витрати енергії кормів та забезпечення життєдіяльності тварин [6]. Отже, виробництво яловичини не можливе без ефективного використання енергоносіїв, енергії кормів та генетичних задатків молодняку великої рогатої худоби.

Метою досліджень є наукове обґрунтування формування м'ясної продуктивності над ремонтного молодняку української чорно-рябої молочної породи та помісей ½ абердин-ангуської породи у залежності від технологій умов роздачі кормів та породності.

Матеріали та методи досліджень. Дослідження проведені на поголів'ї стада української чорно-рябої молочної породи та помістях ½ абердин-ангуської породи. Відібрано 20 бичків української чорно-рябої молочної породи, яким по 10 голів роздавали корми у стаціонарні годівниці та у годівельні столи (контроль). У дослідні групи увійшли помісі ½ абердин-ангус, яким згодовували корми у стаціонарні годівниці та у годівельні столи.

Живу масу, прирости за період та середньодобові визначали у віці 12, 13, 14, 15, 16 місяців та у періоди: 12-13, 13-14, 14-15, 15-16 місяців. З метою виявлення потенційних можливостей м'ясної продуктивності відібрано по 5 бичків з піддослідних груп з найвищими показниками живої маси.

М'ясну продуктивність визначали за результатами контрольного забою по 5 голів кожної піддослідної групи бичків.

Економічну ефективність встановили за показником: виручки від реалізації, виробничих витрат, продуктів та рівня ментальності.

Ефективність отримання додаткових енергоносіїв визначена за додатковою енергією отриманої яловичини із врахування роздачі кормів у годівельні столи та стаціонарні годівниці чистопорідним бичкам української чорно-рябої молочної породи та помісями ½ абердин-ангус.

Отримані результати опрацьовані методами математичної статистики з визначенням критерії вірогідності (td), де *P<0,05; **P<0,01; ***P<0,001.

Изложения основного материала. За живою масою бички української чорно-рябої молочної породи до 15-ти місячного віку не мали вірогідної різниці у залежності від роздачі кормів у стаціонарні годівниці та годівельні столи (таблиця 1).

У 15-ти місячному віці перевага отримана за використанням годівельних столів P<0,05, а у 16-ти місяців P<0,01 або різниця у 1,44%, у порівнянні із стаціонарними годівницями.

Прирости живої маси кожного бичка у середньому при поїданні кормів із стаціонарних годівниць за віком збільшувались від 21,86кг до 24,07кг або кожний місяць на 10,11%. Використання годівельних столів бичками, також, привело з віком до збільшення живої маси на 13,84%. У результаті цього середньодобові прирости живої маси бичків при згодовуванні кормів з годівельного столу були більш ефективними від 2,68% до 5,61% у порівнянні із використанням стаціонарних годівниць.

Таблиця 1

Прирости та жива маса молодняку української чорно-рябої молочної породи у залежності від умов роздачі кормів, n=10, $\bar{x} \pm S\bar{x}$

Показник	Роздача кормів у:		Годівельний стіл у % до стаціонарних годівниць
	стаціонарну годівницю	годівельний стіл	
Жива маса у віці, міс, кг:			
12	296,50±1,38	298,40±1,01	100,64
13	318,36±1,41	320,73±1,01	100,74
14	340,93±1,46	344,18±1,00	100,95
15	364,63±1,32	368,79±0,98*	101,14
16	388,60±1,33	394,21±1,03**	101,44
Приріст за період, міс. Кг:			
12-13	21,86±0,052	22,33±0,075***	102,15
13-14	22,57±0,129	32,45±0,145***	103,90
14-15	23,60±0,297	24,61±0,263*	104,28
12-15	68,03±0,274	70,39±0,319***	103,47
15-16	24,07±0,078	25,42±0,087***	105,61
Середньодобові прирости за період, міс.г:			
12-13	728,6±1,73	744,5±2,41***	102,18
13-14	757,4±2,40	781,6±5,69**	103,19
14-15	786,7±9,35	820,5±7,34*	104,30
12-15	755,3±3,02	782,1±3,69***	103,55
15-16	802,5±2,59	847,5±2,90***	105,61

*P<0,05; ** P<0,01; *** P<0,001.

Помісний молодняк (бички) ½ українська чорно-ряба молочна порода X ½ абердин-ангуська порода у 15-ти місячному віці для годівлі з стаціонарних годівниць відібрані за живою масою у середньому 297,6кг та для годівлі з годівельних столів –

295,4кг, тобто у аналогів при постановці на дослід за живою масою з чистопорідними бичками української чорно-рябої молочної породи (таблиця 2).

Таблиця 2

Прирости та жива маса молодняку помісей ½ українська молочна породи X ½ абердин-ангус, n=10, $\bar{x} \pm S\bar{x}$

Показник	Роздача кормів у:		Годівельний стіл у % до стаціонарних годівниць
	стаціонарну годівницю	годівельний стіл	
Жива маса у віці, міс, кг:			
12	297,6±2,38	295,4±1,38	99,26
13	320,4±3,98	319,68±1,49	99,77
14	344,3±3,98	345,33±1,34	100,30
15	369,5±4,08	372,64±1,43	100,85
16	396,45±4,17	401,96±1,43	101,39
Приріст за період, міс., кг:			
12-13	22,80±0,035	24,28±0,154***	106,49
13-14	23,90±0,084	25,65±0,251***	107,32
14-15	25,20±0,254	27,31±0,180***	108,37
12-15	71,90±0,298	77,24±0,409***	107,43
15-16	26,95±0,147	29,32±0,079***	108,79
Середньодобові прирости за період, міс., г:			
12-13	759,9±3,16	809,3±50,9***	106,50
13-14	796,8±2,82	55,1±9,58***	107,32
14-15	840,1±8,48	910,5±6,02***	108,38
12-15	798,9±3,23	858,2±5,19***	107,42
15-16	898,4±4,91	977,5±2,63***	103,24

*** P<0,001.

У 13-ти місячному віці помісі досягли збільшення живої маси на 7,66% при годівлі із стаціонарних годівниць, а із годівельних столів – на 8,22%.

У подальшому з віком темпи збільшення живої маси підвищились й до 16-ти місячного віку досягли: у стаціонарних годівницях – 33,20% та годівельних столах – 36,07%.

Порівняльна оцінка живої маси піддослідних бичків показали, що значення помилок середніх при використанні стаціонарних годівниць були у межах 1,34-1,49, а годівельних столів – 2,38-4,17. Тому, у 16-ти місячному віці при досягненні помісними бичками 401,96кг живої маси, з використанням годівельних столів, що в порівнянні із використанням стаціонарних годівниць більше на 1,39% є не вірогідною різницею.

У той же час, прирости за періодами: 12-13 місяців, 13-14міс, 14-15 міс., 15-16 міс. склали при використанні стаціонарних годівниць від 22,80 до 26,95кг, або підвищились за 4 місяці на 20,31% та при використанні годівельних столів відповідно: 24,28 до 29,32кг та 20,75%.

Дослідження приростів живої маси за періодами показали високу вірогідну різницю ($P < 0,001$) на користь використання годівельних столів помісними бичками $\frac{1}{2}$ абердин-ангус. У 16-ти місячному віці різниця досягла 8,79% або $P < 0,001$.

Відносно середньодобових приростів живої маси, вони у принципі відповідали загальним приростам за періодами використання стаціонарних годівниць та годівельних столів: на 18,23% - стаціонарні годівниці та на 20,78% - годівельні столи.

Отже, помісний молодняк більш ефективно використовував добовий раціон годівлі при поїданні кормів з годівельних столів. Так, одноразова роздача кормів добового раціону більш ефективніше використовувалися ніж трьохразова у стаціонарні годівниці.

Підтвердженням цього є порівняльна оцінка у відсотках та критеріїв вірогідності (td) за різних умов роздачі кормів чистопорідному та помісному молодняку (таблиця 3).

Таблиця 3

Прирости та жива маса помісного молодняку у порівнянні із чистопорідним за різних умов роздачі кормів, %, td

Показник	Роздача кормів у:			
	стаціонарну годівницю		годівельний стіл	
	%	td	%	td
Жива маса у віці, міс, кг:				
12	100,37	0,66	98,99	1,75
13	100,64	0,48	99,67	0,58
14	100,99	0,79	100,33	0,69
15	101,33	1,14	101,04	2,22*
16	102,02	1,79	101,96	4,40***
Приріст за період, міс., кг:				
12-13	104,30	14,92***	108,73	11,47***
13-14	105,89	8,64***	109,38	7,59***
14-15	106,78	4,10***	110,97	8,46***
15-16	111,96	17,35***	115,34	33,33***
Середньодобові прирости за період, міс., г:				
12-13	104,29	8,69***	108,70	11,50***
13-14	105,20	10,65***	109,40	6,60***
14-15	106,79	4,23***	110,97	9,48***
15-16	111,95	17,28***	115,34	33,25***

З даних таблиці 3 видно, що за живою масою вірогідна різниця була на користь використання годівельних столів з 15-ти місячного віку ($P < 0,05$) та у 16-ти місячному віці – $P < 0,001$.

Різниця у приростах живої маси за використанням стаціонарних годівниць була на користь помісей від 4,30% (12-13міс.) до 111,96% (15-16міс.) при вірогідній різниці – $P < 0,001$. Ще більш ефективно помісі використали корми з годівельних столів ніж чистопорідні бички української чорно-рябої молочної породи: від 8,73% до 115,34% при $P < 0,001$.

Відповідні результати отримані за середньодобовими приростами живої маси на користь помісей.

Отже, використання кормів _помістями $\frac{1}{2}$ українська чорно-ряба молочно порода X $\frac{1}{2}$ абердин-

ангуська порода вірогідно забезпечує виробництво яловичини при більш ефективному використанні поживних речовин кормів та їх енергетичну цінність у вигляді приростів живої маси.

Перед товаровиробниками яловичини стоять завдання по раціональному використанні генетичних задатків та накопичення енергії у тілі молодняку великої рогатої худоби. Одним із технологічно-гігієнічних прийомів є відбір тварин, які мають переваги за живою масою у різні вікові періоди.

Дослідження живої маси кращого молодняку української чорно-рябої молочної породи та помісей $\frac{1}{2}$ абердин-ангуської породи у залежності від роздачі кормів та породності встановлено, що жива маса при використанні стаціонарних годівниць з 12 міс до 16 місяців підвищилась на 31,16%, а при з

годівельних столів на 32,23% (чистопорідний молодняк) (таблиця 4).

З даних таблиці 4 видно, що підвищення живої маси кращих помісей ½ абердин-ангуської породи з 12-ти місячного віку до 16-ти місяців на 33,49% (стаціонарні годівниці) та 36,16% (годівельні столи).

Вірогідність раціональнішого використання кормів помістями ½ абердин-ангус складала у 16-ти

місячному віці за живою масою $td=2,91$, а за породністю – 14,06 та із врахуванням породності + роздача кормів – 21,05.

Кращі за живою масою у 12-ти місячному віці бички української чорно-рябої молочної породи та помісі ½ абердин-ангуської породи більш ефективно використовують корми з годівельних столів, але помісі мали вірогідну перевагу у 16-ти місячному віці при $td=14,06$, та із врахуванням двох факторів (породність та роздача кормів) - $td=21,05$.

Таблиця 4

Жива маса кращого молодняку української молочної породи та помісей ½ абердин-ангуської породи у залежності від роздачі кормів та породності, $\bar{x} \pm S\bar{x}$

Показник	Вік, міс.				
	12	13	14	15	16
Порода	Чистопорідна українська чорно-ряба молочна				
Жива маса, кг					
Роздача кормів у:					
- стаціонарну годівницю	299,6±1,40	321,58±1,58	344,46±1,56	368,73±1,82	392,96±1,72
- годівельний стіл	300,8±1,19	323,30±1,25	347,21±1,34	372,34±1,46	397,90±1,59
- td роздача кормів	0,65	0,85	1,33	1,55	2,11
Роздача кормів у годівельні столи у % до стаціонарних годівниць	100,40	100,53	100,80	100,98	101,26
Порода	Помісь ½ абердин-ангус				
Жива маса, кг при					
роздачі корму:					
- стаціонарну годівницю	299,0±0,97	322,02±1,00	346,18±1,70	372,04±1,76	399,14±1,76
- годівельний стіл	298,8±1,29	323,37±1,43	349,71±1,18	377,35±1,92	406,86±1,99
- td роздача кормів	0,12	0,77	1,70	2,04	2,91
- td породність	1,14	0,02	2,68	2,08	14,06
- td породність+ роздача кормів	0,42	0,84	2,68	3,26	21,06
Роздача кормів у годівельний стіл у % до стаціонарної годівниці	99,9	100,42	101,02	101,43	101,93
Роздача кормів + породність	102,12	100,55	101,52	102,35	101,98

Виходячи із цього, встановлені додаткові резерви виробництва яловичини від надремонтного молодняку отриманого від чистопорідних корів української чорно-рябої молочної породи та бугаїв - плідників абердин-ангуської породи за живою масою кращих бичків у кількості 406,86кг при у чистопорідних – 388,6кг, або перевага у 4,70%.

Пошуки факторів зменшення затрат кормів при виробництві яловичини із врахуванням роздачі кормів у стаціонарні годівниці та у годівельні столи при вирощуванні та відгодівлі чистопорідних української чорно-рябої молочної породи і помісей ½ аберд-ангус привели до суттєвих переваг помісей над чистопорідними за годівлею їх з годівельних столів. Так, за передзабійною масою (помісі + годівельні столи) перевага у 16-ти місячному віці складала 4,94% та енергетичною цінністю передза-

бійної живої маси - 187,1МДж, що еквівалентно додатковою електроенергією 15,55кВт/год (таблиця 5).

Відповідно виручка від реалізації за двома факторами (породні і годівельний стіл) становила 4867,2грн, що більше чистопорідних і стаціонарні годівниці на 229,2 грн (на 4,94%). Але маса парної туші складала 248,7 кг або більше на 36,50%, що забезпечило забійний вихід туші 61,33%, а при оцінці чистопорідних бичків з використанням стаціонарних годівниць – менший забійний вихід туші на 14,18%.

Враховуючи те, що забійний вихід формується за виходом туші та внутрішнім жиром, тоді при виході внутрішнього жиру 21,18кг (чистопорідні бички, стаціонарні годівниці) та при цьому у помісей та годівельних столів – 15,38 кг, забійний вихід збільшився відповідно до 52,62% та 65,11%. Все це

суттєво вплинуло при практично однакових виробничих витратах на прибутки, відповідно: 1256,4грн і 1920,0грн, або різниця у 663,6грн (23,36%) та рівень рентабельності – на 28,0%.

Визначення енергетичної цінності туші, туші з внутрішнім жиром показали, що за рахунок роздачі

кормів додатково отримано 91,3МДж (чистопорідні бички) та 245 МДж (помісі), та з врахуванням породи - 635,1 (стаціонарні годівниці) і 788,8МДж (годовельні столи). Суттєва величина додаткової енергії встановлена при врахуванні породи і годівлі помісних бичків – 880,1 МДж або 73,39 кВт/год.

Таблиця 5

М'ясна продуктивність, економічна ефективність та енергетична цінність бичків української чорно-рябої молочної породи і помісей ½ абердин-ангус у залежності від умов роздачі кормів (на одну голову)

Показник	Українська чорно-ряба молочна порода		Помісі ½ абердин-ангус	
	Роздача кормів у:			
	стаціонарну годівницю	годовельний стіл	стаціонарну годівницю	годовельний стіл
Передзабійна жива маса, кг	386,5	387,7	397,4	405,6
Енергетична цінність передзабійної живої маси, МДж	3787,8	3799,5	3894,5	3974,9
Виручка від реалізації, грн.	4638,0	4652,4	4768,8	4867,2
Маса парної туші, кг	182,2	191,2	231,0	248,7
Забійний вихід туші, %	47,15	49,32	58,14	61,33
Вихід внутрішнього жиру, кг	21,18	18,55	16,24	15,38
Забійний вихід, кг	203,4	209,7	247,2	264,1
Забійний вихід, %	52,62	54,10	62,21	65,11
Виробничі витрати, грн	3381,6	2919,4	3367,3	2947,2
Прибуток, грн	1256,4	1733,0	1401,5	1920,0
Рівень рентабельності, %	37,15	59,36	41,62	65,15
Енергетична цінність туші, МДж	2077,1	2179,7	2633,4	2831,8
Енергетична цінність туші з внутрішнім жиром, МДж	2949,3	3040,6	3584,4	3829,4
Додаткова енергія за рахунок роздачі кормів, МДж	-	91,3	-	245
Додаткова енергія за рахунок породності, МДж	-	-	635,1	788,8
Додаткова енергія за рахунок кормів та породності, МДж	-	-	-	880,1

Висновки. 1. У 12-ти місячному віці чистопорідні бички української чорно-рябої молочної породи були поставлені на дослідження живою масою 296,5 кг для згодовування кормів з стаціонарних годівниць та 298,4 кг (вірогідна різниця відсутня), але до 15-ти місячного віку жива маса підвищилась відповідно до 364,63 кг та 368,79кг (P<0,05) та до 16-ти місячного віку до 388,6кг та 394,21 (P<0,01).

2. Помісний молодняк ½ аберд-ангус у 12-ти місячному віці мали живу масу 297,6 кг (стаціонарні годівниці) та 295,4 кг (годовельні столи), вірогідна різниця відсутня. Але при збільшенні живої маси до 16-ти місячного віку на 33,12% (стаціонарні годівниці) та на 36,07% (годовельні столи) вірогідної різниці не встановлено. Так, перевага у 5,51кг була недостатньою при відхиленнях середніх показників 4,57 кг (стаціонарні столи) та 1,43 кг (годовельні столи). Позитивно те, що встановлена тенденція на кращі результати живої маси у тварин за рахунок застосування годівельних столів.

3. Порівняльна оцінка живої маси та приростів показала, що помісні бички мали перевагу за живою масою над чистопорідними у 15-ти місячному віці $td=2,22$ (P<0,05) та у 16-ти місячному – 4,40 (P<0,001).

4. Встановлено, що кращі бички за живою масою чистопорідні до 16-ти місячного віку досягли 392,96 кг при використанні стаціонарних годівниць та 397,9 кг годівельні столи ($td=2,11$). У той же час кращі помісі досягли у 16-ти місячному віці 399,14кг (стаціонарні годівниці) та 406,86 кг (годовельні столи) ($td=2,91$) та з врахуванням породності - $td=14,06$, та з врахуванням породності + роздача кормів - $td=21,06$.

5. Рівень рентабельності з врахуванням роздачі кормів у чистопорідних бичків підвищився на 22,51%, а помісей – на 23,53%, та з врахуванням роздачі кормів та породності – на 28%.

6. Отримано додаткової енергії при реалізації чистопорідних бичків 91,3МДж (за рахунок роздачі кормів), у помісей 245МДж, із врахуванням породності – 635,1 МДж та із врахуванням роздачі кормів та породності – 880,1МДж.

Література

1. Эрнст Л.К. Биологические проблемы животноводства в XXI веке / Л.К. Эрнст, Н.А. Зиновьева. – М.:РАСХН., 2008. – 508 с.
2. Бурлака В.А. АЗБУКИ –ВЕДІ тваринника. Навчальний посібник / В.А. Бурлака, М.М.

Кривий, В.Ф. Шевчук, С.А.Давидов та інші. – Житомир: ПП «Рута», - 2007.- С. 7-135.

3. Прохоренко П.Н. Методы повышения генетического потенциала продуктивности и его реализации в молочном скотоводстве / П.Н. Прохоренко // Животноводство. Весник ОРЕДГАУ. 2008. - №2. – С. 11-13.

4. Чуйко Н.В. Підвищення продуктивності великої рогатої худоби як резерв ресурсозбереження / Н.В. Чуйко // підвищення продуктивності сільськогосподарських тварин: Збірник наукових праць Харківська зооветеринарна академія. – Х.: 2006, Т.16. С. 132-137.

5. Доротюк Э.Н. Эффективность разведения скота абердин англусской породы различных генотипов условиях восточного региона Украины. / Э.Н. Доротюк, В.Т. Прудников, А.И. Колесник // проблемы сельскохозяйственного производства на современном этапе и пути их решения: мат. XI Международной науч.-произв. конференции. – Белгород. 2007. – С. 171.

6. Польова О.Л. Оцінка ефективності виробництва за рівнем енергоощадності реконструкції тваринницьких будівель / О. Л. Польова // мат. третьої міжнародної науково-практичної конференції. – Житомир: Видавництво ЖДАУ ім. І.Франка. – 2009. – С. 89-94.

УДК 631.6.632

BIOLOGICAL NITROGEN ACCRETION IN GRAY FOREST SOIL OF TATARSTAN REPUBLIC DEPENDING ON THE MINERAL NUTRITION LEVEL OF A SINGLE OR MULTI ALFAALFA (MEDICK (LAT. MEDICAGO VARITA)) AGROCOENOSIS

Faik N.S.

Doctor of Agricultural Science, professor. Kazan State Agrarian University

Marsel M.K.

Candidate of Economical Science, associate professor. Kazan State Agrarian University

Mars M.K.

Doctor of Agricultural Science, professor. Kazan State Agrarian University

ABSTRACT

Two different opposed tasks are described in this article that is getting as more as possible high quality fodders of alfalfa (medick (lat. *Medicago sativa*)) agrocoenosis from one square soil applying as less as possible agrochemicals. We can get success if we combine mineral matters with biological nitrogen, which are absorbed by legume bacterium of the alfalfa.

Keywords: alfalfa (medick (lat. *Medicago sativa*)), awnless brome, meadow fescue grass, fertilizer mixture, biological nitrogen, legume bacterium, managemental removal and balance of humus, phosphorus and potassium.

Introduction. There are a few information about experimental researches in grassland science about perennial grasses which give positive results to the soil fertility, about its physicochemical properties and microbial flora vital (Andreev, 1994; Altunin, 2002; Vafin, 2004; Panferov, 2008; Malikov, 2008). However all this researches were done without data of botanical composition of seeded grasslands and without taking into account numbers of applied mineral fertilizers. Hence, it is a very important up-to-date problem: influence of the alfalfa agrocoenosis cultivated with different mineral nutrition and it plays an important role in organic arable farming as first of all public health depends on organic production of food. Problem solution in the field of high quality livestock product depends on fundamental reevaluation of the feeding crops of arable lands structure in favour of using perennial grasses that is in favour of alfalfa agrocoenosis which are storages of biological nitrogen.

Results and Discussions. Field experiments were carried out from 2004 to 2010 on the experimental field

of the agronomical department of Kazan State Agricultural University (KSAU). The result monitoring of the experiment was made on the fields of the “Khaerbi” farm situated in Laishevo municipal district of Tatarstan Republic Russia from 2011 to 2015. Gray forest soil (0-40 cm) agrochemical benchmarks were the following: (sensu Tyurin) humus level was 3.91-4.021, liable phosphorus was 152-156, and an exchangeable potassium in the soil was 161-168 mg kg⁻¹, a water-stable aggregate content was 43.8-44.6%, minimum soil water capacity was 28-29%, pH salt extract was 5.9.

If we compare an average many years moisture, taking into account 8 years in May, it was dry in 2006, 2007, 2009, 2010, 2013, 2014, 2015, but perennial grasses suffer less from May drought. For these grasses it is more important moistness in the second half of the growth. In this case 2004, 2005, 2008 and last years were more suitable for the grasses than the other experimental years.

For the purpose of solving our task we have done

our researches on the base of two stationary experiments (24 variants with 4 time replications) and two in-process control (18 variants with 1 time replication).

Field experiments we used the methods of Higher Scientific Research Fodder Production Institute named after Wilyams V.R. (1987), Statistical data processing were calculated with variance analyses method (Dospekhov B.A., 1979). Economic effectiveness was calculated with generally –accepted method that is cost comparison to the cost of derived product. For data processing it was used index numbers method of two-factor correlation and regression analyses.

It is necessary to apply 198 kg ha⁻¹ nitrogen for getting 40 t ha⁻¹ green grass of alfaalfa. Of this amount only 35 kg of green grass and 8 kg of nitrogen are from natural soil sources which come from seeds, rains, snowmelt and 14 kg ha⁻¹ from applied fertilizers. Totally we get 57kg ha⁻¹ but the removal is 198 kg ha⁻¹. Therefore profit is 141kg ha⁻¹ which become covered by biological nitrogen air (that is nitrogen fixed by root bacteria and annual mineralizing of crop root remains) and it costs 5217 rubles per hectare (table 1).

Table 1.

Influence of fertilizer mixture calculated data to biological nitrogen accretion by alfaalfa agrocoenosis.

Grass stand species	Fertilizer mixture to planned yield of herbage	Kg h ⁻¹	± to control		Cost of biological nitrogen in rubles
			Kg h ⁻¹	%	
Single crop sowing	control (without fertilizers)	95	-	100	3515
	30 t ha ⁻¹ (N ₀ P ₁₂ K ₀)	113	18	119	4181
	35 t ha ⁻¹ (N ₆ P ₄₂ K ₁₂)	140	45	147	5180
	40 t ha ⁻¹ (N ₁₄ P ₆₄ K ₄₈)	141	46	148	5217
Alfaalfa and grass stand	Control (without fertilizers)	94	-	100	3478
	30 t ha ⁻¹ (N ₄ P ₁₂ K ₀)	127	33	135	4699
	35 t ha ⁻¹ (N ₁₄ P ₄₂ K ₁₂)	169	75	180	6253
	40 t ha ⁻¹ (N ₂₄ P ₆₄ K ₄₈)	173	79	184	6401
Grass and alfaalfa stand	Control (without fertilizers)	89	-	100	3293
	30 t ha ⁻¹ (N ₄₄ P ₁₂ K ₀)	93	4	104	3441
	35 t ha ⁻¹ (N ₆₀ P ₄₂ K ₁₂)	121	32	136	4477
	40 t ha ⁻¹ (N ₇₅ P ₆₄ K ₄₈)	103	14	116	3811

First of all, analyzing biological nitrogen accretion it is necessary to explain differences between single alfaalfa stand and alfaalfa-grass stands. In the alfaalfa-grass stand alfa alfa is 70% better than in the single alfaalfa stand. This evident differences can be explained very simple. Firstly, grass weeds in the single alfaalfa crop field are more than in multispecies field. Secondly, total biological nitrogen consists of 2 parts: - air nitrogen fixation with root alfaalfa bacteria; nitrogen accretion in

soil during mineralization of perennial plant after harvesting stubbles.

It is impossible to separate two parts of nitrogen accretion in soil. On the one hand, if we apply high volume of technical nitrogen we decrease quantity of alfaalfa root bacteria (table 2), on the other hand, it helps to store up root remains after harvesting in the soil and it initiates organic mineralization.

Table 2

fertilizer mixture influence to the root bacteria

Species of grass stands	Fertilizer mixture to planned yield of herbage	2005 г.		2009 г.		
		unit/plant	% to the control	unit/plant	% to the control	% to the control 2005 г.
Single crop sowing	control (without fertilizers)	156	100	169	100	108
	30 t ha ⁻¹ (N ₀ P ₁₂ K ₀)	204	131	220	130	108
	35 t ha ⁻¹ (N ₆ P ₄₂ K ₁₂)	238	153	267	158	112
	40 t ha ⁻¹ (N ₁₄ P ₆₄ K ₄₈)	249	160	273	162	110
Alfaalfa-grass stand	control (without fertilizers)	147	100	161	100	109
	30 t ha ⁻¹ (N ₄ P ₁₂ K ₀)	186	127	198	123	106
	35 t ha ⁻¹ (N ₁₄ P ₄₂ K ₁₂)	193	131	206	128	107
	40 t ha ⁻¹ (N ₂₄ P ₆₄ K ₄₈)	150	102	160	99	106

Grass-alfalfa stand	control (without fertilizers)	134	100	125	100	93
	30 t ha ⁻¹ (N ₄₄ P ₁₂ K ₀)	121	90	113	90	93
	35 t ha ⁻¹ (N ₆₀ P ₄₂ K ₁₂)	106	79	92	74	87
	40 t ha ⁻¹ (N ₇₅ P ₆₄ K ₄₈)	93	69	80	64	86
HCP ₀₅ to the sample plot 1		17.18		16.11		
HCP ₀₅ to the sample plot 2		9.38		9.85		
HCP ₀₅ A		8.59		8.06		
HCP ₀₅ B		5.42		5.69		
HCP ₀₅ AB		55.86		63.46		

There are red, rosy and white root bacterial symbioses on the alfalfa roots. The white root bacteria are the most active. In our research we didn't divide them and calculated their total numbers. Our calculation approved that numbers of roots in alfalfa single species grow to applied fertilized mixtures: in 2005 year from 156 during control to 249 units of plants in the variant N₁₄P₆₄K₄₈ (photo 1), it is typically for alfalfa-grass agrocoenoses, only exception for the last variant of experience. Therefore we can suppose theoretically that there is no clear antagonism between little amount of technical (N₆₋₁₄) and root growth.

Vice versa, nitrogen in fertilizer mixture from 6 to 14 kg h⁻¹ provides positive dynamics of legume bacterium growth which was found out during our research

years: in 2005 year it was 238 units per plants and according to research variants of our experiments it was 249 units per plants, but in 2009 year it was 267 and 273 units per plants.

On the grass-alfalfa stands annual nitrogen accretion from 89 to 121 kg h⁻¹ flux from root remain mineralization exceeded than from its legume bacteria fixation. First of all this point of view is proved by our research when in 2005 we applied high volume nitrogen (N₄₄₋₇₅) the total legume bacterium numbers in one plant root decrease from 134 to 93 units (31% less). Secondly, if we compare by year to year, this regressive process had been intensifying including our control variant of experiment.



Photo 1. Legume bacteria on the alfalfa roots in the first year growth period

Therefore, in mixed seeding of alfalfa, awnless brome and meadow fescue, where grass dominates, air nitrogen fixation decreases due to two reasons: firstly plants from two Alu-families compete with each other for environmental factors; secondly due to applying high volume of mineral nitrogen the total numbers of legume bacteria decrease too. That is why nitrogen positive balance in grass-alfalfa stands amount up higher stubble remains accretion and rise up their mineralization by applying of technical nitrogen.

Agrochemical changes of data of gray forest soil in the alfalfa agrocoenoses grown with different mineral nutrition are taken place in two directions.

For example, it is found out that in the gray forest soils humus becomes more due to three varieties of alfalfa-grass stand. There is only one difference between them that is in the field, where there are only alfalfa agrocoenosis, humus forms due to intensification of nitrogen fixation potential of alfalfa, especially in the var-

plants where we applied high level phosphorus potassium fertilizers ($P_{42}K_{12}$ и $P_{64}K_{48}$), but on the grass-alfalfa meadows humus forms due to mineral nitrogen. If we compare two factors which influence to the humus formation, we can find out advantages of biological factor. During 5 years on the alfalfa agrocoenosis meadows humus formation rises from 3,91% (which was at the beginning of our research) to 4.09% (105% more than in the previous soil) but on the multi species grass fields, where awnless brome and meadow fescue grass grow, humus content is in the same level in two variants. (table. 3)

We are more interested in alfalfa- grass meadows,

because optimum balance of biological and mineral nitrogen increase humus to 0.27% (plus 107% than in the previous soil). But there are some other positive influences of the perennial legume grasses. According to our research experiments these grasses stabilize soil acidity due to ability to take up potassium from deep soil (pH 5.9-6.0) and they give positive phosphorus balance (from 100 to 105% than in the previous soil). But in spite of the same conditions on the grass-alfalfa stands soil acidity increases to 5.7-5.8 when in the previous soil the acidity was 5.9; labile phosphorus content decreases from 148-151 to 152 $mg\ kg^{-1}$ of dry soil.

Table 3

Influence of alfalfa agrocoenosis to dynamics of agrochemical data of gray orest soil from the fields with different mineral nutrition. (2009 year.)

Species of grass stands	Fertilizer mixture to a planned yield of herbage	Humus content % (as per Tyurin)		pH		P ₂ O ₅		K ₂ O	
		2009 г.	% to previous	2009 г.	% to previous	mg/kg soil	% to previous	mg/kg soil	% to previous
Single species seeding of alfalfa	Control	3.98	102	6.0	102	152	100	163	97
	30 t ha ⁻¹ (N ₀ P ₁₂ K ₀)	4.01	103	6.0	102	154	101	162	96
	35 t ha ⁻¹ (N ₆ P ₄₂ K ₁₂)	4.09	105	5.9	100	156	103	167	99
	40 t ha ⁻¹ (N ₁₄ P ₆₄ K ₄₈)	4.09	105	5.9	100	159	105	169	101
Alfalfa - grass stand	Control	3.93	101	6.0	102	150	99	162	96
	30 t ha ⁻¹ (N ₄ P ₁₂ K ₀)	4.10	105	5.9	100	153	101	161	96
	35 t ha ⁻¹ (N ₁₄ P ₄₂ K ₁₂)	4.15	106	5.9	100	156	103	167	99
	40 t ha ⁻¹ (N ₂₄ P ₆₄ K ₄₈)	4.18	107	5.8	98	159	105	170	101
Grass-alfalfa stand	Control	3.92	100	5.9	100	148	97	160	95
	30 t ha ⁻¹ (N ₄₄ P ₁₂ K ₀)	3.92	100	5.8	98	151	99	158	94
	35 t ha ⁻¹ (N ₆₀ P ₄₂ K ₁₂)	3.95	101	5.8	98	154	101	167	99
	40 t ha ⁻¹ (N ₇₅ P ₆₄ K ₄₈)	4.02	103	5.7	97	156	103	170	101

Marginalia: Tyurin previous humus content was 3.91% (2004 year.); pH salt extract – 5.9; exchange potassium – 168 and Kirsanov soil labile phosphorus – 152 $mg\ kg^{-1}$

We can not neglect alfalfa high exchange potassium need. According to this element a positive balance is found out only in the variants where fertilizer mixture of potassium 48 $kg\ ha^{-1}$ was applied.

Conclusions. Mineral fertilizers applying to alfalfa agrocoenosis by taking into account its botanical composition is capable of:

- to increase biological nitrogen accretion in gray forest soil of Tatarstan Republic to 240-250 $kg\ ha^{-1}$ instead 130-156 $kg\ ha^{-1}$ in control variants of the experiments (without fertilizers);

- to stabilize soil acidity (pH 5.9-6.0) on the grass stands with high level of alfalfa, whereas on the grass-alfalfa meadows pH increases to 5.7-5.8;

- to achieve positive humus and phosphorus balance. We found positive potassium balance only in the variants where potassium fertilized mixture had been applied with 48 $kg\ ha^{-1}$ active ingredient.

References

1. Altunin, D.A. 2002. Reference Haylands and Pasture textbook. Vladimir, 432 pp. (in Russian).
2. Andreev, N.G., 1994. Meadow and Field Fodder Production. Moscow, Agropromizdat, 540 pp. (in Russian).
3. Vafin, R.K. 2004. Artificial Meadows Productivity in Tatarstan Republic Depending on Level and Terms of Nitrogen Application. Dissertation in Support of Candidature for Agricultural Science. Kazan, 180 pp. (in Russian).
4. Malikov, M.M. 2002. Fodder Production System in Tatarstan Republic. Kazan, 364 pp. (in Russian).
5. Panferov, N.V. 2008. Grassland Science in Overflow Lands of the Central districts of Non-black Soil Zone. Ryazan, 345 pp. (in Russian).

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

ИССЛЕДОВАНИЕ АСИМПТОТИК СИСТЕМ С ЗАЩИТОЙ

Наумейко И.В.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники, к.т.н., доцент;

Валид Альрефаи

Харьковский национальный университет радиоэлектроники, к.т.н.

Альджаафрах Мохаммад Ракан Абед Алнаби

Харьковский национальный университет радиоэлектроники, аспирант.

STUDY ON ASYMPTOTICS OF PROTECTED SYSTEMS

Naumeyko I.V., Kharkov National University of radio electronics, Ph.d., Associate Professor;

Waleed Ahmed Mahmoud Alrefai, Kharkov National University of radio electronics, Ph.d.

Aljaafreh Mohammad Rakan Abed Alnabi, Kharkov National University of radio electronics, graduate student.

АННОТАЦИЯ

Рассмотрены динамические модели в виде дифференциальных уравнений и их систем, описывающие поведение человека-машинных объектов с защитой.

Объект защиты описан логистическим уравнением, а защитная система – нелинейным дифференциальным уравнением с различными функциями защиты достаточно общего вида. Дальнейшая их детализация приводит к известным, а также некоторым новым моделям подсистем. Исследованы системы с "быстрой" защитой при относительно медленной динамике объекта, что привело к моделям с малым параметром и асимптотическим решениям дифференциальных уравнений.

ABSTRACT

Dynamic models are considered in the form of differential equations and their systems that describe the behavior of man-machine protected objects. The object is described by the logistics equation, and protective system – by nonlinear differential equation with different and overall enough features. Further detalization leads to the known, as well as some new models of subsystems. The system was investigated with the case of "fast" protection variable at a relatively slow object variable dynamics that led to models with small parameter and asymptotic solutions of differential equations.

Ключевые слова: Нелинейная система, динамическая защита, асимптотика, первое приближение, быстрые переменные.

Keywords: Nonlinear system, dynamic protection, asymptotics, first approximation, fast variables.

ВВЕДЕНИЕ

Одним из важнейших элементов экономики продолжает оставаться промышленное производство, которое, в принципе, отнюдь не безопасно. В этой связи устройства и объединяющие их системы защиты персонала и окружающего населения особенно актуальны [1, 2]. Известно, что безопасность и эффективность производства являются противоречивыми критериями. Их объединение в единый возможно лишь в надсистеме [3]. Такой подход позволил рассмотреть модель «человек-машина-среда с защитой» как известную модель конкуренции двух факторов – безопасности и эффективности [4, 5].

В процессе функционирования системы изменяется ее внутреннее состояние. В работе рассмотрены различные типы общих моделей «человек-машина-среда», каждая из которых адекватно описывает некоторое практически важное качество объекта, а все вместе – описывают объект с точки зрения его безопасного функционирования. Дальнейшая их детализация приводит к известным, а также некоторым новым моделям подсистем [6, 7]. Данная работа посвящена количественному анализу важной модели – системы с защитой человека

как от внешнего вредного воздействия среды, так и от воздействия подсистемы "машина".

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

В работах [3, 4] рассматривается модель динамической системы, описывающей ситуацию, когда основная подсистема «производит» вредный фактор, а вторая подсистема – защита – пытается его уменьшить абсолютно, или за приемлемую цену. Как базовая модель – основа для модификации – взята система обыкновенных дифференциальных уравнений, описывающая основные законы конкуренции [8], и известная в экологии как модель сосуществования видов [9, 10].

В работе проверено, что несмотря на некоторую упрощенность модели [9, 12], основные характеристики и зависимости системы должны проявиться. На основании результатов, полученных в ходе работы, проведен асимптотический анализ решений и эффективности защиты.

Предварительно введем основные предположения, непосредственно следующие из повседневного опыта. Они очевидны, т.е. не нуждаются в дополнительном обосновании, а только в формализации. Ниже они названы аксиомами [2].

1. Автокумулятивность.

Вредное воздействие растет тем быстрее, чем его величина больше.

2. Для интенсивность биовоздействия u :

$$\text{– в штатной ситуации } \frac{\partial}{\partial t} u \leq 0;$$

– в критической ситуации (положительная обратная связь) $\frac{\partial}{\partial t} u > 0$.

Защита $z(t)$ может управляться программно или адаптивно – в зависимости от величины $u(t)$.

Стоимость защиты $C=C(z)$ естественно считать монотонно растущей функцией её интенсивности.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Сначала проведем формальное описание исследуемой в работе модели.

Достаточно общий случай системы дифференциальных уравнений, которая описывает поведение системы, имеет вид:

$$\begin{cases} u'(t) = \alpha u(t) - \beta z u(t) \\ z'(t) = F(u(t), z(t)) \end{cases}, \quad (1)$$

при ограничениях $u \geq 0$, $z \geq z_c$ (z_c – стационарная защита).

Функция $F(u, z)$ может принимать вид:

- 1) $F(u(t), z(t)) = \mu(t)$;
- 2) $F(u, z) = \mu - \delta z$;
- 3) $F(u, z) = \gamma_1 u + \gamma_2 u^2 - \delta_1 z - \delta_2 z^2$.

Решение системы дифференциальных уравнений (1) не всегда возможно найти аналитически. Поэтому для нахождения функций защиты и вредного воздействия используются численные методы решения систем дифференциальных уравнений. Систему (1) необходимо исследовать на наличие быстрых и медленных движений при различных значениях параметров подсистемы защиты (\square , \square , \square).

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

1 Проблема быстрых и медленных переменных

Динамические системы включают большое число процессов с разными характерными временами, причем иерархия этих времен такова, что они различаются на много порядков [12, 13].

Степень подробности моделирования изучаемых явлений зависит от цели моделирования. Однако в любом случае задача моделирования заключается в том, чтобы построить модель явления, содержащую возможно меньшее число переменных и произвольных параметров, и в то же время правильно отражающую свойства явления.

Учет временной иерархии процессов позволяет сократить число дифференциальных уравнений. «Совсем медленные» переменные не меняются на временах рассматриваемых процессов, и их можно считать постоянными параметрами. Для «быстрых» переменных можно вместо дифференциальных уравнений записать алгебраические уравнения для их стационарных значений, поскольку «быстрые» переменные достигают своих стационарных значений практически мгновенно по сравнению с «медленными» [5].

2 Алгоритм исследования

– Находим, если возможно, аналитическое решение системы (1) с помощью функций, входящих в стандартный комплект пакета Mathematica [16]. Если решение невозможно найти в общем виде, тогда решаем численным методом (в пакете по умолчанию предлагается использовать достаточно универсальный метод Адамса [13]).

– После того, как было найдено решение системы (1), анализируем функцию вредности – в какие моменты времени ее значения превышают значения стационарной защиты, т.е. срабатывает система защиты. Найдя эти интервалы времени, принимаем решение – увеличить воздействие на вредный фактор (возрастает стоимость системы защиты), оставить систему без изменений или есть возможность снижения затрат на систему безопасности путем уменьшения стационарной защиты.

– Выбрав решение, повторяем шаги 1-2, пока не выйдем за рамки ограничений (время работы системы или ее стоимость).

3 Аналитическое исследование модели

Рассмотрим систему дифференциальных уравнений (1) с малым параметром ε , соответствующую второму типу функции $F(u, z)$:

$$\begin{cases} u'(t) = \varepsilon \alpha u(t) - \beta z(t) u(t) \\ \varepsilon z'(t) = \mu(t) - \delta z(t) \end{cases}. \quad (2)$$

Отличием этой системы от ранее рассмотренных является квазистационарная вредность. Решим систему (2) асимптотическим методом для членов $\varepsilon^0, \varepsilon^1, \varepsilon^2$.

Для начала запишем систему (2), приняв во внимание зависимость функций $u(t, \varepsilon)$ и $z(t, \varepsilon)$ от времени и от малого параметра.

Решаем систему (2) для случая ε^0 (нулевое приближение).

Запишем асимптотики для функций $u(t, \varepsilon)$ и $z(t, \varepsilon)$.

$$\begin{aligned} u(t, \varepsilon) &= u_0(t) + O(\varepsilon), \\ z(t, \varepsilon) &= z_0(t) + O(\varepsilon). \end{aligned}$$

Система (2) для нулевого приближения примет вид:

$$\begin{cases} u_0'(t) = -\beta u_0(t) z_0(t) \\ 0 = \gamma u_0(t) - \delta z_0(t) \end{cases} \quad (3)$$

Делаем замену $u_0(t) = \frac{\delta}{\gamma} z_0(t)$. Получим, при стационарной защите $z_c=0$:

$$\begin{aligned} z_0'(t) &= -\beta z_0^2(t), & z_0(t) &= \frac{1}{\beta t}, \\ u_0(t) &= \frac{\delta}{\beta \gamma}. \end{aligned}$$

Полученная сингулярность при $t=0$ говорит о невозможности такого решения для задачи Коши и приводит к явлению «пограничного слоя», которое будет рассмотрено в последующих работах.

$$\begin{cases} u_0'(t) + \varepsilon u_1'(t) = \varepsilon \alpha u_0(t) - \beta u_0(t) z_0(t) - \varepsilon \beta (u_1(t) z_0(t) + u_0(t) z_1(t)) \\ \varepsilon z_0'(t) = \gamma u_0(t) + \varepsilon \gamma u_1(t) - \delta z_0(t) - \varepsilon \delta z_1(t) \end{cases} \quad (4)$$

Слагаемые с множителем ε со степенью 2 и выше переходят в остаточный член $O(\varepsilon^2)$.

$$\begin{cases} u_0'(t) = -\beta u_0(t) z_0(t) & \varepsilon^0 \\ 0 = \gamma u_0(t) - \delta z_0(t) & \varepsilon^0 \\ u_1'(t) = \alpha u_0(t) - \beta (u_1(t) z_0(t) + u_0(t) z_1(t)) & \varepsilon^1 \\ z_0'(t) = \gamma u_1(t) - \delta z_1(t) & \varepsilon^1 \end{cases} \quad (5)$$

В результате решения первой части дифференциального уравнения (5), которая аналогична (3), найдена функция $z_0(t)$, и, с её помощью, была найдена функция $u_0(t)$.

$$z_0(t) = \frac{1}{\beta t}, \quad u_0(t) = \frac{\delta}{\beta \gamma}. \quad (6)$$

Для того, чтобы найти функции $z_1(t)$ и $u_1(t)$ сделаем подстановку в третье и четвертое уравнение системы (5) функций $z_0(t)$ и $u_0(t)$ из (6). Полученная система имеет вид:

$$\frac{1}{\gamma} (\delta z_1'(t) + \frac{2}{\beta t^3}) = \alpha \frac{\delta}{\beta \gamma} - \beta \left(\frac{1}{\gamma} (\delta z_1(t) - \frac{1}{\beta t^2}) \frac{1}{\beta t} + \frac{\delta}{\beta \gamma} z_1(t) \right).$$

Функции защиты и вредности для нулевого приближения при $z_c > 0$ имеют вид:

$$\begin{aligned} z(t) &= \frac{1}{\beta t + 1/z_c}, \\ u(t) &= \frac{\delta}{\gamma(\beta t + 1/z_c)}. \end{aligned}$$

Решаем систему (2) с учетом члена с ε^1 .

Запишем асимптотики функций $u(t, \varepsilon)$ и $z(t, \varepsilon)$.

$$\begin{aligned} u(t, \varepsilon) &= u_0(t) + \varepsilon u_1(t) + o(\varepsilon), \\ z(t, \varepsilon) &= z_0(t) + \varepsilon z_1(t) + o(\varepsilon). \end{aligned}$$

Система (2) для первого приближения примет вид:

Распишем систему (4), сгруппировав слагаемые при ε^0 и ε^1 .

$$\begin{cases} u_1'(t) = \alpha \frac{\delta}{\beta \gamma} - \beta (u_1(t) \frac{1}{\beta t} + \frac{\delta}{\beta \gamma} z_1(t)) \\ -\frac{1}{\beta t^2} = \gamma u_1(t) - \delta z_1(t) \end{cases} \quad (7)$$

Замену $u_1(t) = \frac{1}{\gamma} (\delta z_1(t) - \frac{1}{\beta t^2})$ подстав-

ляем в первое уравнение системы (7) и решаем дифференциальное уравнение

В результате решения этого дифференциального уравнения найдена функция $z_1(t)$ и с её помощью – функция $u_1(t)$ в следующем виде:

$$z_1(t) = \frac{1}{2\beta} \left(\alpha - \frac{2 \ln t}{t^2 \delta} \right), \quad u_1(t) = \frac{1}{2\beta\gamma t^2} (t^2 \alpha \delta - 2 \ln t - 2). \quad (8)$$

Полученные функции защиты и вредности для первого приближения имеют вид:

$$z(t) = \frac{1}{\beta t} + \varepsilon \frac{1}{2\beta} \left(\alpha - \frac{2 \ln t}{t^2 \delta} \right),$$

$$u(t) = \frac{\delta}{\beta\gamma t} + \varepsilon \frac{1}{2\beta\gamma t^2} (t^2 \alpha \delta - 2 \ln t - 2).$$

Решим теперь систему (2) с учетом членов с ε^2 , записав асимптотики для функций $u(t, \varepsilon)$ и $z(t, \varepsilon)$.

$$u(t, \varepsilon) = u_0(t) + \varepsilon u_1(t) + \varepsilon^2 u_2(t) + \overline{o(\varepsilon^2)},$$

$$z(t, \varepsilon) = z_0(t) + \varepsilon z_1(t) + \varepsilon^2 z_2(t) + \overline{o(\varepsilon^2)}.$$

Система (2) для второго приближения примет вид:

$$\begin{cases} u_0'(t) + \varepsilon u_1'(t) + \varepsilon u_2'(t) = \varepsilon \alpha u_0(t) + \varepsilon^2 \alpha u_1(t) - \beta u_0(t) z_0(t) - \varepsilon \beta (u_1(t) z_0(t) + \\ + u_0(t) z_1(t)) - \beta (u_2(t) z_0(t) + u_1(t) z_1(t) + u_0(t) z_2(t)) + \overline{o(\varepsilon^2)}, \\ \varepsilon z_0'(t) + \varepsilon^2 z_1'(t) = \gamma u_0(t) + \varepsilon \gamma u_1(t) + \varepsilon^2 \gamma u_2(t) - \delta z_0(t) - \varepsilon \delta z_1(t) - \varepsilon^2 \delta z_2(t) + \overline{o(\varepsilon^2)}. \end{cases} \quad (9)$$

Слагаемые с множителем ε со степенью 3 и выше переходят в остаточный член $\overline{o(\varepsilon^2)}$.

Перепишем систему (9), сгруппировав слагаемые при ε^0 , ε^1 и ε^2 .

$$\begin{cases} u_0'(t) = -\beta u_0(t) z_0(t) & \varepsilon^0 \\ 0 = \gamma u_0(t) - \delta z_0(t) & \varepsilon^0 \\ u_1'(t) = \alpha u_0(t) - \beta (u_1(t) z_0(t) + u_0(t) z_1(t)) & \varepsilon^1 \\ z_0'(t) = \gamma u_1(t) - \delta z_1(t) & \varepsilon^1 \\ u_2'(t) = \alpha u_1(t) - \beta (u_2(t) z_0(t) + u_1(t) z_1(t) + u_0(t) z_2(t)) & \varepsilon^2 \\ z_1'(t) = \gamma u_2(t) - \delta z_2(t) & \varepsilon^2 \end{cases} \quad (10)$$

Выполнив замены $u_0(t) = \frac{\delta}{\gamma} z_0(t)$ и $u_1(t) = \frac{1}{\gamma} \left(\delta z_1(t) - \frac{1}{\beta t^2} \right)$, подставляем в первое уравнение системы (10) и решаем дифференциальное уравнение, аналогичное (5)

В результате решения дифференциального уравнения были найдены в виде (8) функции $z_1(t)$ и $u_1(t)$.

Для того, чтобы найти функции $z_2(t)$ и $u_2(t)$ сделаем подстановку в пятое и шестое уравнение системы (10) функций $z_0(t)$, $u_0(t)$, $z_1(t)$, $u_1(t)$ из (6) и (8). Полученная система имеет вид:

$$\begin{cases} u_2'(t) = \frac{1}{4t^2\beta\gamma\delta} (t^2\delta(t^2\alpha^2\delta - 2\alpha - 4t\beta(\gamma u_2(t) + \delta z_2(t))) - 4\ln t - 4\ln^2 t), \\ \frac{1}{2\beta} (\alpha - \frac{2\ln t}{\beta t^2}) = \gamma u_2(t) - \delta z_2(t). \end{cases} \quad (11)$$

Выполняем замену
 $u_2(t) = \frac{1}{\gamma} (\delta z_2(t) + \frac{1}{2\beta} (\alpha - \frac{2\ln t}{\beta t^2}))$, под-
 ставляя в первое уравнение системы (11). Решаем
 дифференциальное уравнение:

$$\begin{aligned} \frac{1}{\beta\delta\gamma^4} (5 - 6\ln t + \beta\delta^2 t^4 z_2'(t)) = \\ = \frac{1}{4\beta\delta\gamma^4} (4 - 2\alpha\delta t^2 + \alpha^2\delta^2 t^4 - 12\ln t - 4\ln^2 t - 8\beta\delta^2 t^3 z_2(t)) \end{aligned} \quad (13)$$

В результате решения дифференциального
 уравнения (13) найдена функция $z_2(t)$ и с помо-
 щью нее определена функция $u_2(t)$.

$$\begin{aligned} z_2(t) &= \frac{1}{12\beta\delta^2 t^3} (36 - 6\alpha\delta t^2 + \alpha^2\delta^2 t^4 - 12\ln t + 12\ln^2 t), \\ u_2(t) &= \frac{1}{12\beta\delta\gamma^3} (24 - 6\alpha\delta t^2 + \alpha^2\delta^2 t^4 + 12\ln t + 12\ln^2 t). \end{aligned}$$

Полученные функции защиты и вредности для второго приближения имеют вид:

$$\begin{aligned} z(t) &= \frac{1}{\beta t} + \varepsilon \frac{1}{2\beta} (\alpha - \frac{2\ln t}{t^2\delta}) + \varepsilon^2 \frac{1}{12\beta\delta^2 t^3} (36 - 6\alpha\delta t^2 + \alpha^2\delta^2 t^4 - 12\ln t + 12\ln^2 t) \\ u(t) &= \frac{\delta}{\beta\gamma t} + \varepsilon \frac{1}{2\beta\gamma^2} (t^2\alpha\delta - 2\ln t - 2) + \\ &+ \varepsilon^2 \frac{1}{12\beta\delta\gamma^3} (24 - 6\alpha\delta t^2 + \alpha^2\delta^2 t^4 + 12\ln t + 12\ln^2 t). \end{aligned}$$

Далее определим для какого интервала вре-
 мени функция вредности достигнет приемлемого
 результата (для нас здесь не является критичным
 время установки нормальных, не критичных, пока-
 зателей системы). В случае, когда время работы си-
 стемы безопасности является критичным парамет-
 ром – необходимо определить при каких значениях
 параметра β функция вредности принимает при-
 емлемые значения. При этом мы ограничены по
 времени реакции системы защиты.

Возьмем для определенности такие близкие к
 реальным значения параметров системы (2)

$\alpha = 0.2$, $\gamma = 0.5$, $\delta = 2$, $z_c = 12$. По-
 скольку величина стационарной защиты $z_0 = 12$,
 то необходимо найти время t , после которого
 функция защиты будет принимать значения
 меньше $z_0 = 12$ и соответственно значения пара-
 метров β и ε .

Для нулевого приближения $z(t) = \frac{1}{\beta t}$, и вы-
 численные параметры равны $t=2.01701$, β
 $=0.0413154$.

Для первого приближения

$$z(t) = \frac{1}{\beta t} + \varepsilon \frac{1}{2\beta} \left(\alpha - \frac{2 \ln t}{t^2 \delta} \right), \quad t=4.55546,$$

$\beta=0.0182969, \varepsilon=0.000734976.$

Для второго приближения

$$z(t) = \frac{1}{\beta t} + \varepsilon \frac{1}{2\beta} \left(\alpha - \frac{2 \ln t}{t^2 \delta} \right) + \varepsilon^2 \frac{1}{12\beta\delta^2 t^3} (36 - 6\alpha\delta t^2 + \alpha^2 \delta^2 t^4 - 12 \ln t + 12 \ln^2 t)$$

$t=1.18948, \beta=0.0700591, \varepsilon=0.000101185.$

Эта величина параметра ε в каждом случае была получена численным решением исходной системы для соответствующего приближения, а значит правомочность асимптотического подхода – малость ε – подтверждается.

ВЫВОДЫ

Найденные выражения и величины для интенсивности защиты позволят в дальнейшем определить её стоимость в условных единицах.

Кроме получения приближенных решений в замкнутом аналитическом виде и их исследования, данный подход позволил получить реальные оценки для стоимости защиты, и даже уменьшать эту стоимость, когда интенсивность вредного фактора u не превышает порога динамической защиты, поскольку при этом $c(z(t)-z_0)=0$.

Литература

1. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий – М.: Радио и связь, 1993. –282с.
2. Дзюндзюк Б.В., Наумейко И.В., Сердюк Н.Н. Содержательная модель воздействия нескольких вредных факторов на человека // Радиоэлектроника и информатика, №3(12) 2000 с.127-128.
3. Наумейко И.В., Аль-Рефаи В.А. К вопросу анализа критических режимов систем с динамической защитой от вредных воздействий // Евпатория 2013, 16-22 сентября. 2-я. ИСТ-2013, С.12.
4. Наумейко И.В. Критические точки динамической модели распределенных вредных факторов // Матер.межд.н.-т.конф. ИСТЭ 2011 Харьков-Ялта, 1-6 окт.2011 с.60-61.
5. Haken, H., Synergetics: introduction and advanced topics, Springer-Verlag, (2004).
6. Ильичев В. Г. Механизмы стабилизации и адаптации в моделях экологии: Дис. ... д-ра техн. наук: 05.13.01, 05.13.18 : Ростов н/Д, 2003 279 с. РГБ ОД, 71:04-5/418.
7. Nasritdinov, G. and Dalimov, R.T., "Limit cycle, trophic function and the dynamics of intersectoral interaction", Current Research J. of Economic Theory, 2(2), 32–40, (2010).
8. Brauer, F. and Castillo-Chavez, C., Mathematical Models in Population Biology and Epidemiology, Springer-Verlag, (2000).
9. Hoppensteadt, F., "Predator-prey model", Scholarpedia, 1(10), 1563, (2006).
10. Arditi, R. and Ginzburg, L.R. (2012) How Species Interact: Altering the Standard View on Trophic Ecology Oxford University Press. ISBN 9780199913831.
11. Sahal D., System Complexity: Its Conception and measurement in the Design of Engineering systems. – IEEE Trans. Syst. Man. Cybern., SMC – 6, 1976 – 152 p.
12. Эрроусмит Д., Плейс К. Обыкновенные дифференциальные уравнения. Качественная теория с приложениями. – М., Мир, 1986. – 243с.
13. Сидоров С. В. Математическое моделирование и численное исследование динамического хаоса в диссипативных системах нелинейных дифференциальных уравнений: диссертация ... доктора физико-математических наук : 05.13.18 / Сидоров С. В.; [Место защиты: Моск. гос. гор. ун-т].- Москва, 2009.- 283 с.: ил. РГБ ОД, 71 10-1/73.
14. Амироков С. Р. Численные методы и вычислительный эксперимент в исследовании динамики и структуры взаимодействующих сообществ: диссертация ... кандидата физико-математических наук : 05.13.18.- Ставрополь, 2006.- 187 с.: ил. РГБ ОД, 61 06-1/929
15. Латыпов В. Н. Математические модели возмущенного движения высокого порядка точности: диссертация ... кандидата физико-математических наук : 05.13.18 / Латыпов В. Н.; [Место защиты: С.-Петерб. гос. ун-т].- Санкт-Петербург, 2010.- 133 с.: ил. РГБ ОД, 61 10-1/736.
16. Дьяконов В.П. Mathematica 4.1/4.2/5.0 в математических и научно-технических расчетах.– М., СОЛОН-Пресс. 2004.– 542с.

УЧЕТ НЕЛИНЕЙНЫХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ ИЗГИБАЕМЫХ КАМЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ, УСИЛЕННЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫМИ ПЛАСТИНАМИ

Азизов Т.Н.

Доктор технических наук, профессор, Уманский государственный педагогический университет

Мыза А.С.

Одесская государственная академия строительства и архитектуры

TAKING INTO ACCOUNT NONLINEAR PROPERTIES OF MATERIALS BENDING STONE ELEMENTS, STRENGTHENING OF REINFORCED CONCRETE PLATES

Azizov T.N., Doctor of Engineering, Professor, Uman State Pedagogical University

Miza A.S., Odessa State Academy of Construction and Architecture

АННОТАЦИЯ

Приведена методика расчета каменных балок, усиленных боковыми железобетонными пластинами с учетом образования трещин и нелинейных свойств материалов. Методика разделена на симметричный и несимметричный случаи. Показано отличие работы таких балок от традиционных железобетонных и каменных.

ABSTRACT

The design procedure of stone beams that are reinforced concrete plates. The technique allows for the formation of cracks and nonlinear material properties. The methodology is divided into symmetrical and asymmetrical cases. Powered by contrast, works by such beams of reinforced concrete and masonry.

Ключевые слова: балка, пластина, перемещение, прочность, трещина, нелинейные свойства.

Keywords: beam, plate, movement, strength, crack, nonlinear properties.

Постановка задачи и анализ исследований.

В работах [2, 4] приведены принципы усиления каменных балок боковой железобетонной обоймой (пластиной). В этих работах показано, что традиционно в каменных конструкциях используют железобетонные обоймы для усиления внецентренно и центрально сжатых элементов. И это, как правило, замкнутые обоймы [6, 7, 8, 11]. Показано также, что в литературе [6, 7, 8, 11 и др.] практически не встречаются работы, в которых рассматривались бы изгибаемые каменные конструкции, усиленные одной-сторонней железобетонной пластиной (обоймой).

В [2, 4] приведен принцип расчета вышеописанных комбинированных конструкций. Там же приведена методика расчета, основанная на членении комбинированной конструкции на две состав-

ляющие (каменная балка и железобетонная пластина), усилия в связях которой определяются из условия совместности деформаций в местах примыкания балки к пластине. Там же приведен алгоритм расчета таких конструкций. Однако в этой методике отсутствует учет нелинейных свойств материалов каменной балки и железобетонной пластины.

В связи со сказанным **целью настоящей статьи** является разработка методики расчета с учетом нелинейных свойств материалов каменных изгибаемых элементов с боковой одной-сторонней или двухсторонней железобетонной пластиной.

Изложение основного материала.

Рассмотрим изгибаемый элемент, состоящий из трех слоев [2, 4], соединенных между собой связями в отдельных точках (рис. 1).

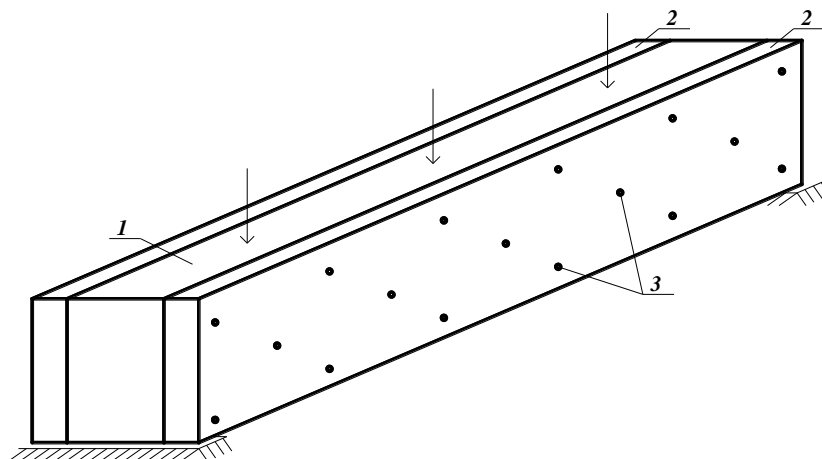


Рис. 1. Схема трехслойного изгибаемого элемента.

1 – каменная балка; 2 – железобетонные боковые пластины; 3 – связи

В [2, 4] разработана методика определения усилий в связях между каменной и железобетонной балками. Расчеты по этой методике показывают, что при определенном шаге и определенном диаметре связей (анкеров) между железобетонной и каменной балкой их можно рассматривать как монолитную конструкцию. В этом случае такую конструкцию можно рассчитывать по методике расчета железобетонных конструкций с использованием диаграммных методов [5, 9, 10], но с некоторой корректировкой на факт наличия разных материалов в сечении элемента. При этом ввиду симметрии железобетонные пластины и каменную балку можно рассматривать как

элементы, подвергающиеся прямому изгибу, т.е. два слоя с двух сторон каменного элемента можно условно привести к одному, находящемуся с боковой стороны каменного элемента. Тогда условно можно рассмотреть двухслойный элемент.

Рассмотрим поперечное сечение такого двухслойного элемента (рис. 2). Будем считать, так же как и в [10], что справедлива гипотеза плоских сечений. При справедливости гипотезы плоских сечений независимо от количества слоев (по вертикали) напряжения в каждом из них будут определяться по диаграмме « σ - ε » по эпюре деформаций.

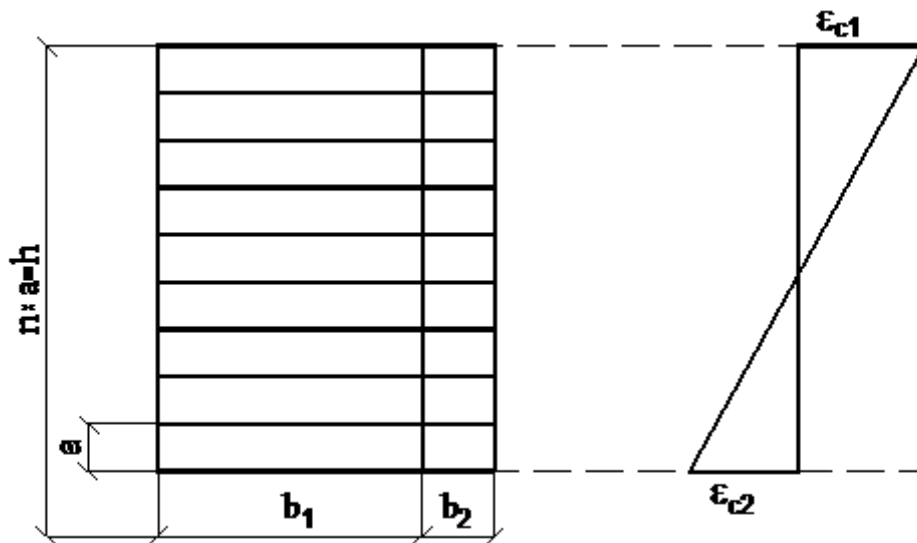


Рис. 2. Схема к расчету поперечного сечения двухслойного элемента

Так как слои состоят из различных материалов, то на одном и том же уровне по высоте сечения в каменном элементе и в железобетонном будут действовать различные напряжения. Эти напряжения можно определять по формуле расчета железобетонных конструкций:

$$\sigma = f_{ck} \frac{k\eta - \eta^2}{1 + (k-2)\eta}, \quad (1)$$

где f_{ck} - характеристическая прочность слоя (каменного или бетонного); k - определяется по [8]; $\eta = \varepsilon_c / \varepsilon_{c1}$ - уровень деформаций (отношение текущей деформации к деформации при максимальном напряжении). Конечно же, величины, входящие в выражение (1) для разных слоев будут иметь различные значения. Величины k и η для железобетонной пластины определяются по [8], а для газобетонных блоков рекомендуется определять по [13]. Если же усиливаемый элемент - каменный (например, из кирпичной кладки), то зависимость « σ - ε » рекомендуется определять по следующей схеме. Изменение модуля деформаций каменной кладки в зависимости от уровня напряжений можно определить по формуле [14]:

$$E = E_0 \left(1 - \frac{\sigma}{1.1R_u} \right), \quad (2)$$

где σ - текущее напряжение; R_u - временное сопротивление (средний предел прочности) сжатия кладки, определяемый по [7].

Расчет ведется по предложениям [10] последовательным увеличением деформаций в крайней сжатой фибре сечения.

Согласно этим рекомендациям задаются деформациями на менее сжатой (растянутой) ε_n и более сжатой ε_1 гранях элемента. По этим деформациям вычисляют кривизну по формуле:

$$\frac{1}{\rho} = \frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_n}{h}, \quad (3)$$

Далее вычисляют высоту сжатой зоны x , эксцентриситет e_{xc} , плечо внутренней пары Z_s по методике [10] (для краткости здесь не приводится).

После этого вычисляют расстояния от центра тяжести сечения до центра тяжести i -той полосы:

$$Z_i = X_1 - (i-1) \cdot a + a/2 \quad (4)$$

Затем вычисляют деформацию на уровне центра тяжести i -той полосы

$$\varepsilon_i = Z_i \cdot \frac{1}{\rho} \quad (5)$$

Далее для каждого вертикального слоя (каменного элемента и железобетонной пластины) отдельно вычисляют напряжения. При этом для каменного элемента сначала вычисляют модуль деформаций i -того слоя из (2):

каменного элемента вычисляют секущий модуль деформаций i -той полосы

$$E_i = \frac{E_0}{1 + \frac{E_0}{1.1 \cdot R_u}} \cdot \varepsilon_i \quad (6)$$

А затем напряжения в i -той полосе

$$\sigma_i = E_i \varepsilon_i \quad (7)$$

Для бетонной пластины напряжения вычисляются по (1)

При этом если $\sigma_i > 1.5R_{bt}$, то принимают напряжение в этой полосе равным нулю.

Далее вычисляем момент и продольную силу, воспринимаемые бетонной (каменной) частью сечения

$$M_{sech} = \sum_{i=1}^n \sigma_i Z_i \cdot a \cdot b \quad (8)$$

$$N_{sech} = \sum_{i=1}^n \sigma_i \cdot a \cdot b \quad (9)$$

Суммарный момент и продольная сила в сечении

$$M_{tot} = M_{sech} + \sigma_s A_s Z_s \quad (10)$$

$$N_{tot} = N_{sech} + \sigma_s A_s \quad (11)$$

Далее проверяют условие

$$M_{tot} - N_{tot} \cdot e_{xc} \geq 0 \quad (12)$$

Как только при итерациях выражение (12) поменяет знак, следует считать, что итерационный расчет закончен, и мы можем определить жесткость сечения

$$B_{sech} = \frac{M_{tot}}{1/\rho} \quad (13)$$

получив тем самым первую точку на диаграмме состояния сечения.

Далее увеличиваем величину деформации наиболее сжатого волокна и повторяем итерационный расчет. При этом получаем очередную точку на диаграмме состояния сечения $M - \chi$ (рис. 3).

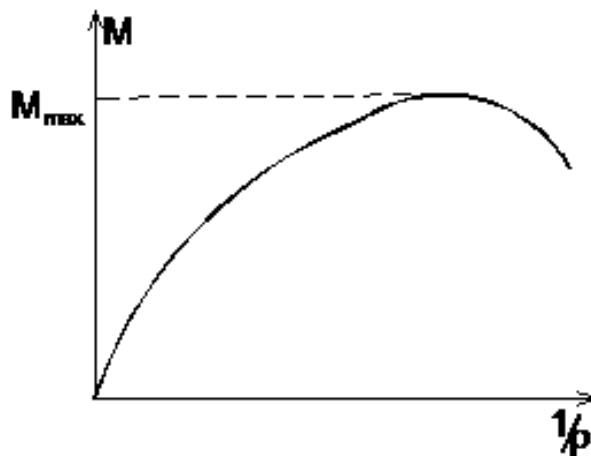


Рис. 3. Вид диаграммы «Изгибающий момент-кривизна»

Следует отметить, что «выключенные» из расчета горизонтальные полосы каменной и железобетонной части могут находиться на разных

расстояниях от нижней грани. Это означает, что эпюры напряжений в сжатой зоне бетона могут иметь различное положение нулевой точки (рис. 4).

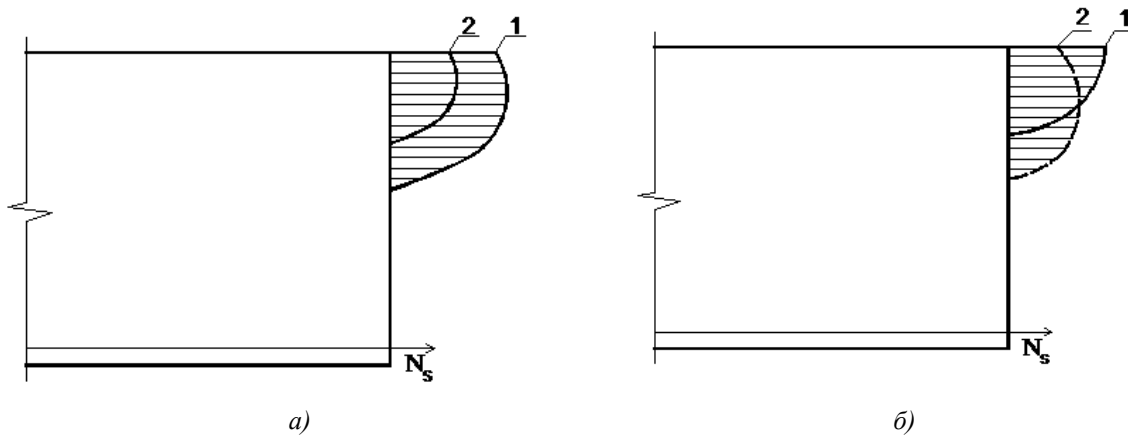


Рис. 4. Варианты возможных форм эпюр в сжатой зоне

При этом нулевая точка эпюры напряжений в каменном элементе (кривая 2 на рис. 4) может быть выше нулевой точки эпюры напряжений в бетоне (рис. 4, а), ниже (рис. 4, б) или находиться на одном уровне. Но напряжения в бетонной части всегда остаются больше напряжений в каменной части ввиду большей прочности бетона.

Вышеприведенная методика расчета больше подходит для случая, когда с обеих сторон каменного элемента устраиваются железобетонные пластины, т.е. в симметричном случае. Если обойма односторонняя, то из-за несимметричного расположения железобетонной обоймы в комбинированном элементе возникают не только изгибающие, но и крутящие моменты.

Схема i -того элемента приведена на рис. 5.

Для расчета можно использовать методику, предложенную А.Ф. Яременко [15], и уточненную с точки зрения определения напряжений от кручения и крутильной жесткости Т.Н. Азизовым [3]. Для этого сечение элемента делится на некоторое число прямоугольников и представляется состоящим из отдельных стерженьков прямоугольного сечения, связанных между собой в угловых точках. Расчет будем вести без учета стеснения при кручении. Для определения узловых усилий в местах соприкосновения отдельных элементов рассматриваются условия совместности деформаций (перемещений) i -того элемента со всеми смежными.

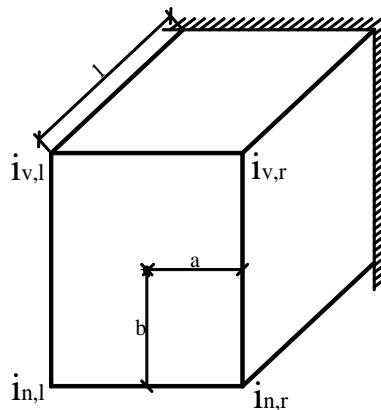


Рис. 5. i -тый элемент единичной длины и схема обозначения его узлов

На рис. 5 узлы, принадлежащие этому элементу обозначены как верхний левый, верхний правый, нижний левый, нижний правый. Перемещения узловых точек складываются из двух составляющих: от кручения стержня и от местной деформации в результате действия узловых усилий.

Перемещения от кручения складываются из перемещений от кручения внешним моментом M_i и от кручения узловыми силами (рис. 6).

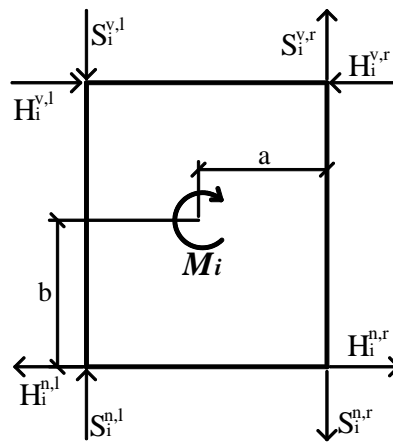


Рис. 6. Схема узловых сил, приложенных к *i*-тому элементу

Так, например, горизонтальное перемещение Δ_x и вертикальное перемещение Δ_y от кручения правого верхнего узла на рис. 6 будут равны (с учетом направлений усилий по рис. 6):

$$\Delta_x = \frac{[M_i + a(S_i^{n,l} - S_i^{v,l} + S_i^{n,r} - S_i^{v,r}) + b(H_i^{n,l} - H_i^{n,r} + H_i^{v,l} - H_i^{v,r})]a}{GJ_i} \quad (14)$$

$$\Delta_y = \frac{[M_i + a(S_i^{n,l} - S_i^{v,l} + S_i^{n,r} - S_i^{v,r}) - b(H_i^{n,l} - H_i^{n,r} + H_i^{v,l} - H_i^{v,r})]b}{GJ_i} \quad (15)$$

Где GJ_i – крутильная жесткость *i*-того элемента; остальные обозначения – по рис. 6.

Положительными считаем перемещения узла слева направо и сверху вниз.

Перемещения от местной деформации узловыми силами определяем как перемещения пластины, толщиной в единицу, три узла которой оперты, а на четвертый (рассматриваемый) действуют неизвестные силы (рис. 7).

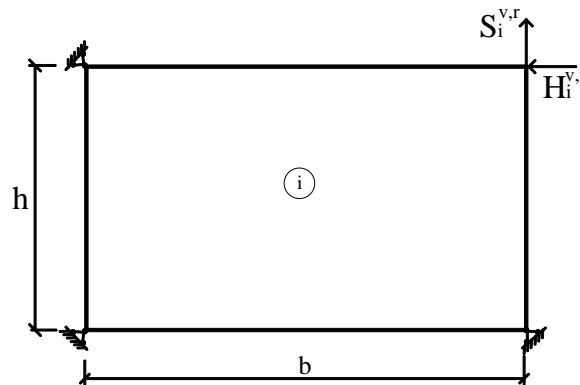


Рис. 7. Схема для определения местных узловых перемещений

Для определения этих перемещений воспользуемся методом аппроксимационных конечных элементов, предложенных в [1]. Суть этого метода заключается в том, что в любом известном программном комплексе (Nastran, Ansys, Лира и т.п.) производится достаточное количество однотипных расчетов по схеме рис. 7 при действии одной из показанных сил (вертикальной или горизонтальной). Определяются перемещения узла для различных размеров ширины *b* и высоты *h* пластины. Таким образом набирается массив данных перемещений. После этого с помощью аппроксимации табличных данных (например, в программе Mathcad) получаются функции:

$$\delta_x = f_1(b, h); \quad \delta_y = f_2(b, h); \quad (16)$$

Суммарные перемещения узлов от кручения стержней Δ_x, Δ_y и местных деформаций δ_x, δ_y в каждом узле определяются для каждого *i*-того элемента и они приравниваются суммарным перемещениям в этом же узле, принадлежащем смежным элементам, для которых рассматриваемый узел является общим.

В итоге получим систему *k* уравнений с *k* неизвестными, где $k=2 \cdot n \cdot m$ – удвоенное количество узлов (считаются только узлы в месте стыковки смежных элементов). Здесь множитель 2 обуслов-

лен тем, что в каждом узле рассматриваются перемещения как по оси X , так и по оси Y , а также тем, что в каждом узле действуют горизонтальные H и вертикальные S неизвестные усилия (см. рис. 6). При этом коэффициенты системы уравнений a_{ij} , относящиеся к неизвестным усилиям в узлах, усилия в которых не влияют на деформации в рассматриваемом узле, равны нулю. А свободные члены, по сути, являются перемещениями от внешнего крутящего момента, возникающими в рассматриваемом узле.

При итерационном расчете первоначально крутящий момент распределяется по сечению на основании упругого расчета по теории упругости. Известно, что по принципу Сен-Венана при рассмотрении сечения, находящегося от опоры на расстоянии, равном большему размеру поперечного сечения, касательные напряжения не зависят от способа передачи крутящего момента на торец элемента. Т.к. мы рассматриваем сечения вдали от опоры, то на основании вышесказанного при рассмотрении вопроса распределения напряжений в сечении мы можем распределить внешние крутящие моменты в элементах, на которые разделено поперечное сечение, по тому же закону, по которому распределяются касательные напряжения. Но сумма моментов в отдельных элементах должна быть равна внешнему моменту, действующему на балку. Можно также (т.к. используется принцип Сен-Венана) приложить внешний момент к центральной оси стержню.

Учет работы арматуры, а также учет коэффициента стеснения при стесненном кручении можно производить по предложениям [15], т.к. вышерассмотренная методика отличается от [15] только более правильным определением касательных напряжений в сечении элемента.

В комбинированных элементах по ширине сечения имеются слои с разными физико-механическими характеристиками материалов. Поэтому в элементе, работающем на прямой изгиб, возникают как моменты в перпендикулярном внешней нагрузке направлении, так и крутящие моменты, что практически невозможно учесть при использовании методики норм [5, 9, 10]. Методика расчета косоизгибаемых элементов [12] также вряд ли может быть применена в этом случае, т.к. определение наклонной к оси симметрии поперечного сечения нейтральной линии также предполагает однородность материала.

В этом смысле расчет таких конструкций по методике [15] выгодно отличается от вышеописанных методик. Однако, определение крутильной жесткости по [15] как суммы жесткостей отдельных элементов, на которые делится нормальное сечение, не верно, что легко проверить, вычислив крутильную жесткость прямоугольного элемента по формулам теории упругости, а затем разбить сечение на некоторое количество прямоугольников и определить крутильную жесткость сечения по методике [15]. Кроме того, определение касательных напряжений в элементах, на которые делится сечение рассчитываемой балки, по формулам теории

упругости как для сплошного изотропного тела, также является неправомерным. Методика расчета на кручение, предложенная в настоящей статье свободна от этих недостатков, т.к. и касательные напряжения в каждом элементе, и крутильная жесткость всего сечения определяется с учетом взаимодействия отдельных элементов друг с другом, но в то же время учитывается жесткость каждого элемента самостоятельно.

Еще одним преимуществом предложенного метода является факт возможности расчета на кручение элемента любого поперечного сечения (таврового, двутаврового, коробчатого и т.д.). Отличие в таком случае состоит в том, что все сложное сечение, в т.ч. ребра и полки разбивается на элементарные прямоугольники. Расчет производится аналогичным описанному выше способом.

Выводы и перспективы исследований.

Разработана методика расчета каменных изгибаемых элементов, усиленных железобетонными пластинами, расположенными как симметрично с двух сторон, так и по одной боковой грани, с учетом нелинейных свойств материалов. При этом в симметричном случае применен подход, принятый в нормах [10], а в несимметричном случае усовершенствованная методика [3, 15]. В обоих случаях учитываются нелинейные свойства и каменной балки, и усиливающих железобетонных пластин.

В перспективе предполагается разработка программ на ЭВМ для расчета по предложенным методикам и экспериментальная их проверка.

Литература

1. Азизов Т.Н. Использование аппроксимационных конечных элементов в расчетах конструкций / Т.Н. Азизов // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. Вип. 39, частина 1. – Одеса: Зовнішрекламсервіс, 2010. – С. 4-9.
2. Азизов Т.Н. К расчету каменных элементов, усиленных односторонней железобетонной обоймой / Т.Н. Азизов // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. Вип. 61 – Одеса: ОДАБА, 2016. – С. 3-8.
3. Азизов Т.Н. Расчет комбинированных конструкций с учетом нелинейных свойств материалов / Т.Н. Азизов // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. Вип. 32., – Рівне: Нац. ун-т водного господарства та природокористування, 2016. – С. 105-112.
4. Азизов Т.Н. Каменные балки, усиленные односторонней железобетонной обоймой / Т.Н. Азизов, А.С. Мыза // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. Вип. 32., – Рівне: Нац. ун-т водного господарства та природокористування, 2016. – С. 428-435.
5. Бамбура А.Н. К построению деформационной теории железобетона стержневых систем на экспериментальной основе / А.Н. Бамбура, А.Б. Гурковский // Будівельні конструкції. Вип. 59. – К.: НДІБК, 2003. – С. 121-130.
6. Бліхарський З.Я. Реконструкція та підсилення будинків та споруд: Навчальний посібник. – Львів: НУ "Львівська політехніка", 2008. – 108 с.

7. Каменные и армокаменные конструкции: СНиП II-22-81. – М.: Стройиздат, 1983. – 40 с.
8. Кам'яні та армокам'яні конструкції. Основні положення: ДБН В.2.6-162:2010. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 97 с.
9. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення: ДБН В.2.6-98:2009. – Київ: Мінрегіонбуд, 2011. – 71 с.
10. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування: ДСТУ Б В.2.6-156:2010. – Київ: Мінрегіонбуд, 2011. – 110 с.
11. Мальганов А.И. Восстановление и усиление строительных конструкций аварийных и реконструируемых зданий / А.И. Мальганов, В.С. Плевков, А.И. Полищук. – Томск: Из-во Томского ун-та, 1992. – 456 с.

12. Павліков А.М. Нелінійна модель напружено-деформованого стану косозавантажених залізобетонних елементів у за критичній стадії: монографія / А.М. Павліков. – Полтава, 2007. – 320 с.
13. Применение ячеистобетонных изделий. Теория и практика. / С.Л. Галкин и др. Минск: Стринко, 2006. – 448 с.
14. Ротко С.В. Розрахунок кам'яних і армокам'яних конструкцій / С.В. Ротко, О.А. Ужегова, І.В. Задорожнікова. – Луцьк: Редакційно-видавничий відділ Луцького національного технічного університету, 2010. – 355 с.
15. Яременко О.Ф. Несуча здатність та деформативність залізобетонних стержневих елементів в складному напруженому стані / О.Ф. Яременко, Ю.О. Школа. – Одеса: Евен, 2010. – 136 с.

SULFUR GAS SUPPRESSION TECHNOLOGY WITH USING PHYSICS-CHEMICAL METHODS IN COAL BASINS

Toleubekova Zh.

Candidate of Technical Science, Senior Lecturer

Bolatova A.

Talgatuly E.

Atamuratova A.

Kassen T.

Master students of Karaganda State Technical University, Karaganda

ABSTRACT

The article describes the parameters of sulfur gases suppression using physic-chemical methods on bad gases during underground mining. Technology's parameters and usage areas are defined.

Keywords: sulfur gases, hydrogen sulfid, sulfur dioxide, technology, foulness, gassing, solution.

In coal mines the main harmful impurities the air are methane, a poisonous and explosive gases (carbon monoxide, hydrogen sulfide, sulfur dioxide, gases, explosives, etc.).

In the Karaganda basin, the separation of sulfur-containing gases were observed in the mines "Molodezhnaya", "Kazakhstan", named after V. I. Lenin, "Shakhtinskaya", "Tentekskaya", "Abayskaya", named after T. Kuzembayev, etc.. Currently in the basin marked by the so-called hydrogen sulphide zone, is confined to the seam D6 of Dolinskaya Suite and to the layers of K16, K12, K10 Karaganda Suite. Simultaneously with the hydrogen sulfide fixed allocation of sulfur dioxide [1].

It is known that when the concentration of hydrogen sulfide more 0,0071% by volume, i.e. when 10-fold excess of admissible norms, at the same time can be released sulfur dioxide. At simultaneous presence in the air of hydrogen sulfide and sulfur dioxide toxicity of hydrogen sulfide in the mixture is much higher than in pure form. To get used to the effects of hydrogen sulphide body cannot, on the contrary, its sensitivity after undergoing lung poisoning is increased, even at low concentrations, the faster poisoning occurs.

Usually sulfur gases occur in the reservoir in the form of "clusters" with dimensions in the plane of the stratum from 150 to 600 m.

Without the use of special measures against gas emission toxic gas levels during the mining of coal deposits may exceed allowable PB concentration is ten times or more, which has acute toxic effects on the human body, reduces productivity, impairs the safety of mining operations, causing in some cases, the need to stop coal mining.

The technology parameters of the suppression of sulfur-containing gases in the working areas of the cutting and transportation of coal are the performance of irrigation systems, the consumption of reagents and solution, etc., significantly affect the efficiency of neutralization of hydrogen sulfide and sulfur dioxide. The performance of the combine in the hydrogen sulfide zone is determined by the feed rate and reliability of technological processes.

Pre-located air flow Q for ventilation of bottom-hole space for the case when the load on the lava is limited by the gas factor (methane):

$$Q_V = 60 \vartheta_{max} S_{o.z.}, \text{ m}^3/\text{min}, \quad (1)$$

where v_{\max} – for PB the maximum speed of the lava, equal to 4 m/s [2];

$S_{o.z.}$ – the cross section of the excavation; for complex MK-75 at $m_{PL} = 2.2$ m; $S_{o.z.} = 3.9$ m².

Therefore, $Q_V = 60 \cdot 4 \cdot 3.9 = 936$ m³/min.

As the mine "Kazakhstan" metrobility constrain the load on the lava, air flow is also defined for the minimum on dust factor air speed ($v_{\min} = 0.9$ m/sec):

$Q_V = 60 \cdot 0.9 \cdot 3.9 = 210$ m³/min.

When the optimum speed of the jet ($v_{\text{opt}} = 1.6$ m/s) airflow will be: $Q_V = 60 \cdot 1.6 \cdot 3.9 = 375$ m³/min.

For cleaning faces of the mine "Kazakhstan" characterized by minimal air flow rates ($Q_V = 210$ m³/min), however, further calculations for the choice of alternative ways of reducing the concentration of hydrogen sulfide and increasing the load on the bottom will take into account all three values.

In the hydrogen sulfide zone, the limiting factor is not the methane, and the concentration of hydrogen sulfide. The release of hydrogen sulfide required amount of air can be found by the formula

$$Q_V = \frac{100I}{C-C_0}, \text{ m}^3/\text{min} \quad (2)$$

where I – is the maximum (absolute) hydrogen sulfide release from bottom-hole space, m³/min; C – maximum permissible concentration (MPC) in the outgoing air stream, $C = 0.00066$ % by volume; the C_0 – concentration of the gas in the incoming stream, $C_0 = 0$.

Unlike methane, hydrogen sulphide in the mine occurs not spontaneously, but under the excavation and grinding of coal, i.e. in a specific period of time related to the work cleaning the machine or conveyor. But since the main volume of H₂S allocated when operating mining machines, the concentration of hydrogen sulfide in the working area of the processor and determines the amount of air required for diluting it up to health standards. Therefore, the formula (2) can be represented in the form

$$Q_V = \frac{q_{o.z.} Q_{\text{theor}}}{C} 100, \text{ m}^3/\text{min}, \quad (3)$$

where $q_{o.z.}$ – relative profusion of gas (H₂S) excavation, m³/t;

Q_{theor} – theoretical performance combine in this formation, t/min;

C – the sanitary norm (MPC = 0,00066 %) for hydrogen sulfide, %.

With known values of air flow Q of formula (3) to find the allowable hydrogen sulfide performance of the harvester in the lava and, accordingly, the permissible feed speed of the machine:

$$Q_{\text{theor}} = \frac{Q_V C}{100 q_{o.z.}}, \text{ t/min}. \quad (4)$$

In the formula (4) is known to challenge the establishment of the value $q_{o.z.}$ in H₂S. In the work of I. P. Sklyarenko, published in 1958 and is a more or less systematic work on the sulfide, the maximum gas content of coal in the sample heated to 100 °C, amounted to 5 - 6 cm³ per 100 g of coal, i.e. 0,05 - 0,06 m³/t [3]. The maximum gas content of coal in Karaganda basin fixed on mine, "Kazakhstan" on the upper layer of seam D₆ (0,36 - 0,41 m³/t, heated sample) and on mine. V. I.

Lenin on the bottom layer of seam D₆ (0,20 - 0,23 m³/t, is also heated) [4, 5, 6]. Note that without heating the sample to set the gas content of coal H₂S impossible. This hydrogen sulfide content in coal should be considered abnormally high. However, the average value of the gas content of 70 samples of 5 mines amounted to 0,07 m³/t heated 0,00062 m³/t — without heating. Thus, in the excavation without heating of coal produces a small part of the sulfide component in the average of 70 samples of 0.88 % of the total gas content in H₂S. Therefore, as a first approximation for mines in the Karaganda basin can be taken $q_{o.z.} = 0,00062$ m³/t.

But we should not ignore the fact that the D₆ reservoir in the Eastern wing of the mine "Kazakhstan" and mine of a name of Lenin manifests itself as a unique object with abnormally high content of hydrogen sulfide. Therefore, for these mines it is advisable to install "their" values $q_{o.z.}$. The average value of gas content for 16 samples of the mine "Kazakhstan" amounted to 0,1845 m³/t, the average gas (without heating) amounted to 0,00147 m³/t, i.e. 0,80 % of the total gas content. Therefore, on average, $q_{o.z.} = 0,00147$ m³/t (for H₂S), whereas the maximum of $q_{o.z.} = 0,011$ m³/t. Thus, it is possible to expect an eightfold excess emissions of hydrogen sulfide on the face of the mean value $q_{o.z.}$.

The mine named after V. I. Lenin, the average value of gas content for 35 samples is equal to 0,0428 m³/t, the average gas (natural, without a (heated) — 0,000486 m³/t (1,14 %), then, on average, $q_{o.z.} = 0,000472$ m³/t (for H₂S), whereas the maximum of $q_{o.s.} = 0,0053$ m³/t. so, we can expect twelve-excess levels of hydrogen sulfide release the lava of the mean value $q_{o.z.}$.

The average for the group of mines outgassing (H₂S) from the stope is $q_{o.z.} = 0,00062$ m³/t, or 0.88 % of the gas. Substituting in the formula (5) the numerical values of $q_{o.z.}$ and C as well as the expected range of theoretical values combine performance Q_{theor} have

$$Q_{\text{theor}} = \frac{q_{o.z.} Q_V}{C} \cdot 100 = \frac{0,00062(1+8)}{0,00066} \cdot 100 = 846 \text{ m}^3/\text{min}. \quad (5)$$

Analysis of the ratio of the quantities in the formula (5), leads to important conclusions:

1. With a fixed amount of air flow to ventilate the stope ($Q_{o.z.} = \text{const}$) the level of gas in the lava for hydrogen sulfide depends on 50% of the relative profusion of gas $q_{o.s.}$ in H₂S and 50 % of min of performance combine working Q_{theor} . The parameters $q_{o.z.}$ and Q_{theor} can be called modal, as they allow you to adjust the mode of extraction of coal in the hydrogen sulfide zone and sanitary-hygienic working conditions.

2. The average for the group of mines profusion of gas $q_{o.z.} = 0,00062$ m³/min and the minimum air flow $Q_V = 210$ m³/min performance combine to 1.98 t/min ensures proper sanitary conditions in the lava for hydrogen sulfide (1 norm).

3. The average for the mine "Kazakhstan" profusion of gas for H₂S equal to 0,00147 m³/t at reservoir D₆, and the minimum value $Q_V = 210$ m³/min sanitary norm but H₂S is provided at the harvester performance not more than 0,94 t/min.

According to the "Guidance for dust control in coal mines", the number of nozzles in the irrigation system must be such that their total capacity when the

required water pressure was equal to the estimated water consumption determined from the expression

$$Q = Aq, \text{ l/min}, \quad (6)$$

where Q is the calculated water flow rate, l/min; A — performance mining machine, t/min; q — specific consumption of water l/t (irrigation during the work of excavation and tunneling $q = 30 - 40$ l/t).

Nozzles should be located so that the liquid chemical substance mainly went to the places of destruction of the mountain range (in the cut, the cutters of the harvester).

The technology of preparation of liquid chemicals is as follows: a certain amount of sorbent reagent (glycerol, triethylene glycol), carefully diluted with water in a water tank 1,5 - 2,0 m³ installed in the pump to supply water to the nozzles of the harvester, i.e. use the lava typical irrigation system.

During operation of the harvester, the prepared solution is fed to the nozzle installed on the harvester. When spraying the solution in the atmosphere of the production, and especially in the work area of the cutting of the combine harvester, along with the suppression of coal dust occurs contacting a sulfur-containing gas with a sorbent solution, the result of which is a complete adsorption of sulfur-containing gases.

The suppression of sulfur-containing gases on the basis of the glycerin amount of the solution taken from the calculation of 88 ml ($\gamma = 1,261$ g/cm³) of the reagent in 1 l of water. At this ratio of glycerin and water is obtained 10% solution of glycerol. To prepare the 5% solution is taken 44 ml ($\gamma = 1.01$ g/cm³) of glycerin to 1 liter of water.

For a more complete absorption of gases 5% solution of glycerin is used in cases if the concentration of sulfur-containing gases in the underground air below 50 norms, i.e. below 500 mg/m³ with a 10 % solution when the content is higher than 50 standards.

The composition with the lower limit of glycerin (0.5 %) and the alkali metal hydroxide (0,1 %) is recommended when the concentration of sulfur-containing gases in the underground air up to 100 of the sanitary code, with an average limit C₃H₈O₃ (1.5%), and NaOH or KOH (0,2 %) — with the sulfur-containing gases in the underground air from 100 to 150 rules, with the upper limit of glycerol (3.0%) and alkali metal hydroxide (0.2%) — when cleaning mine atmosphere with an initial concentration of sulfur-containing gases 150 standards and more.

In the case of suppression technology of harmful gases with the help of a hydroxide-glycerin composition use lava TOS. The amount of solution taken from the calculation of 4.2 g glycerol, 1.0 g of potassium hydroxide or of sodium to 1 liter of water. At this ratio, glycerin, potassium hydroxide or of sodium and water get 0,5 % C₃H₈O₃; 0,1 % KOH or NaOH. To make 1% C₃H₈O₃ take of 8.8 g of glycerol; 0,2 % KOH or NaOH 2 g of potassium hydroxide or sodium per 1 liter of solution. Similarly prepared solution of 0.3% glycerin and 0.2% potassium hydroxide or sodium.

In operation, the harvester hydroxide-glycerin solution is supplied to the injector. Atomization of the so-

lution in the work area combine to suppress sulfur-containing gases. In the presence of glycerin a small amount of potassium hydroxide or sodium shows no irritating action on the human body.

The flow rate of the solution depends on the concentration and quantity of sulfur gases released into the atmosphere mining. The composition can be used for pre-processing of coal massif in the zones of manifestation of sulfur-containing gas by drilling deep wells and pumping them in the proposed composition.

Comparative analysis of hydroxide-glycerol and hydroxyl-triethylene glycol technology gives an indication of quite high efficiency of neutralization of sulfur-containing gases. However, their application differs and depends on the intensity of gas release. As in glycerol, and in triethylene glycol composition (according to mine and laboratory tests) and the concentration of hydrogen sulphide of up to 1000 mg/m³ absorption capacity of the solutions is high. At 0.5 % glycerol and the same concentration of triethylene glycol sulfide is sorbed almost completely. The absorption capacity to compare different solutions in the neutralization of hydrogen sulfide with concentration above 1000 mg/m³. Changes in the composition of glycerol, from 0.1 to 0.5% and the concentration of hydrogen sulphide in the mine atmosphere of a 1000 - 1500 mg/m³ gas content reduced from 10 mg/m³ to 0. At the same gas concentration and the content of the triethylene glycol is 0.5 - 10 % is almost completely absorbed hydrogen sulfide. Similarly, when the concentration of H₂S in excess of 1,500 mg/m³ [1].

Glycerin and triethylene glycol composition can be used for pre-treatment gas-bearing rocks that contain sulfide, by drilling deep wells and pumping them in the proposed composition.

References

1. Физико-химические воздействия на серосодержащие газы при ведении подземных горных работ: Монография / Н.А. Дрижд, Р.К. Камаров, Т.К. Исабек, В.С. Портнов. — Караганда: Изд-во КарГТУ, 2013. — 186 с.
2. Правила безопасности в угольных и сланцевых шахтах. — М.: Недра, 1973. — 512 с.
3. Склярченко И.П. Сероводород в угольных шахтах и меры борьбы с ним. — М.: Углетехиздат, 1958. — 30 с.
4. Кривошеев В.О., Негруцуая Н.С., Преображенская Е.И. Способы борьбы с серосодержащими газами на шахтах Карагандинского бассейна: Эффективные способы дегазации угольных шахт // Труды ВостНИИ. — Кемерово: 1978. Т. 30. — С. 79 — 86.
5. Разработать способы и провести шахтные наблюдения эффективности способов снижения серосодержащих газов, выделяющихся в атмосферу горных выработок. — Караганда: КО ВостНИИ, 1978. — 167 с.
6. Рекомендации по борьбе с серосодержащими газами на угольных шахтах. — Караганда: КапПТИ, 1983. — 18 с.

АППАРАТНЫЙ МОДУЛЬ ВЕЙВЛЕТ-ПРЕОБРАЗОВАНИЯ С ИЗМЕНЯЕМОЙ СТРУКТУРОЙ

Иванов В.Э.

*Тихоокеанский государственный университет, доцент
г. Хабаровск*

HARDWARE WAVELET TRANSFORM MODULE WITH VARIABLE STRUCTURE

Ivanov V.E., Pacific National University, assistant professor, Khabarovsk

АННОТАЦИЯ

В статье рассматриваются основные проблемы вейвлет-анализа в технике эксперимента. Предлагается простой вариант схемотехнической реализации модуля вейвлет-преобразования на основе алгоритма Малла с использованием дискретно-аналоговых элементов, с унифицированными входами и выходами, что делает возможным их каскадное соединение для построения банков вейвлет-фильтров для многоуровневого преобразования. Преимуществом предложенного варианта реализации модуля является его гибкая структура, а также отсутствие в явном виде аналого-цифрового преобразования с устройствами накопления данных.

ABSTRACT

The article discusses the main problems of wavelet analysis in experimental technique. A simple version of the circuitry realization of the wavelet transform based Mallat algorithm using discrete analog components with standardized inputs and outputs, making it possible to cascade connection to build the wavelet filter banks for multilevel conversion. The advantage of the proposed embodiment of the module is its flexible structure, with no analogue-to-digital conversion and data storage devices.

Ключевые слова: дискретно-аналоговый вейвлет-фильтр, алгоритм Малла, устройства на переключаемых конденсаторах, вейвлет-преобразование, устройство выборки-хранения, аналоговый сумматор с накоплением результата.

Keywords: discrete analog wavelet filter, Mallat algorithm, switched-capacitor device, wavelet transform, sample-and-hold device, an analog adder with the accumulation result.

Введение

Известно, что одним из этапов проведения эксперимента является сбор данных и их первоначальная классификация экспертом на основании определенной стратегии или гипотезы. Очевидно, что данная процедура во многом субъективна. Как правило, распознавание сигналов описывается в литературе по цифровой обработке как набор предопределенных алгоритмов, которые реализованы на базе цифровых сигнальных процессоров (DSP) или персональных компьютеров. В обоих случаях основной задачей является разработка эффективного алгоритма распознавания. Кроме этого, разрабатываются алгоритмы для последующей реализации на программном уровне в целевом устройстве на базе сигнальных процессоров (DSP). Такой подход возможен только в том случае, когда у эксперта имеется необходимый материал для разделения сигналов на классы в соответствии с заданными критериями. В случае же первоначального деления на классы процедура выполняется по схеме «сбор данных - анализ - обучение классификатора». Очевидно, что этот этап содержит множество рутинных операций, выполняемых экспертом, который является необходимым звеном системы распознавания в целом. Сложность реализации автоматизированного эксперимента с уменьшением рутинных операций заключается в том, что необходим эффективный и наглядный способ быстрого переобучения классификатора. Задача усложняется так же и тем, что в настоящее время объемы регистрируемых данных весьма велики, что объясняется постоян-

ным совершенствованием средств обработки сигналов. Кроме этого, в технике физического эксперимента часто анализируются нестационарные сигналы, где информативными являются не только временные, но и частотные изменения.

Особенностями технической реализации современных систем автоматизации эксперимента (например, LabView) является разделение стадий сбора и анализа данных, что связано с кадровым механизмом регистрации. Обработка предыдущего кадра, представляющего собой выборку преобразованного в цифровой код сигнала, производится за время, определяемое частотой выборки и объемом буферной памяти. Это создает определенные сложности при обнаружении сигналов в виде моноимпульсов и моноимпульсных пакетов, например, в акустико-эмиссионных исследованиях, где требуется четкое определение во времени момента начала импульса и его завершения. Для предотвращения потерь данных и сохранения необходимой предыстории необходимы некоторые программные затраты на обработку последовательности кадров. В дальнейшем, при обработке полученных данных используются заранее определенный метод анализа во временной, частотной, или частотно-временной области. Одним из эффективных инструментов обработки нестационарных сигналов принято считать вейвлет-анализ. Например, в работе [1] показаны примеры использования вейвлет-анализа в задачах распознавания моноимпульсных сигналов в медицинской области, где информативными признаками считаются одноименные коэффициенты преобразования.

Очевидно, что для уменьшения объемов регистрируемых данных для последующего их анализа, необходимо производить предварительную низкочастотную обработку сигналов с сохранением результата. Для этой цели можно использовать дискретное вейвлет-преобразование (ДВП). Известны различные реализации ДВП на базе сигнальных процессоров [2]. Однако для такой реализации необходимо определить тип вейвлета, размер выборки и глубину разложения. Это связано с тем, что вейвлет-анализ более информативен, благодаря локализации базисной функции, как в частотной, так и во временной области. Таким образом, для оперативного и наглядного частотно-временного представления сигнала в виде вейвлет-коэффициентов пользователю необходимо обосновать параметры разложения и необходимую избыточность получаемой информации. Основным узким местом в этом

случае является разбиение входной последовательности на конечные выборки, что, фактически, не приводит к какому-либо выигрышу в предварительной аппаратной обработке сигнала перед аналогичной программной реализацией. Одним из вариантов решения задачи предварительной обработки на базе ДВП является создание универсального модуля, позволяющего вычислять коэффициенты вейвлет-преобразования в темпе поступления входных данных без необходимости их накопления.

Постановка задачи и анализ существующих вариантов решения.

Известно, что обобщенную структурную схему многоуровневого вейвлет-преобразования на основе независимых аппаратных модулей можно представить в виде схемы, показанной на рис. 1.

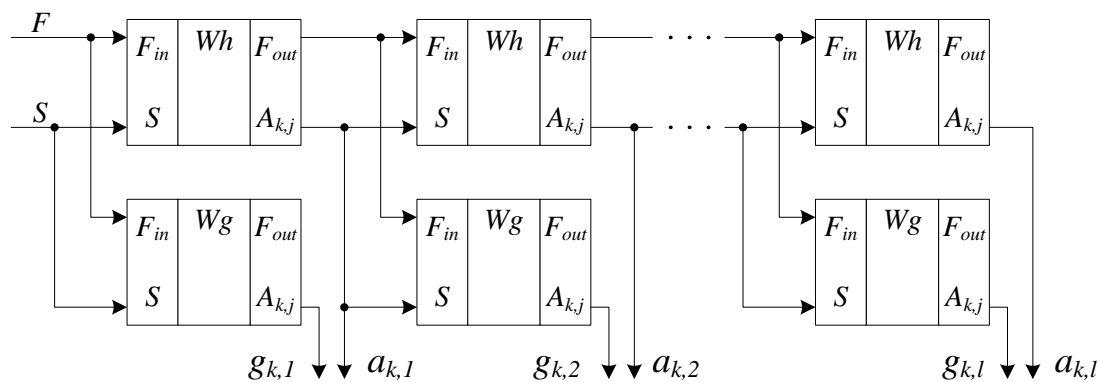


Рис. 1. Обобщенная схема многоуровневого вейвлет-фильтра

Блок Wh , показанный на рис. 1 имеет необходимый набор коэффициентов и предназначен для вычисления значений одного уровня аппроксимации или детализации. На каждый блок подается условная тактовая частота, с помощью которой выполняются операции сдвига фильтра. Кроме этого, в каждом блоке выполняется операция $F_{out} = F_{in} / 2$, а частота F_{out} подается на вход F_{in} следующего блока

(следующий уровень), что эквивалентно диадной децимации. Таким образом, блоки W_h и W_g выполняют одноуровневое вейвлет-преобразование, а результат $A_{k,j}$, подается на блок следующего уровня, согласно алгоритму Малла [3]. Известно [2], что вейвлет-преобразование одного уровня аппроксимации может быть описано в следующем виде:

$$\begin{aligned}
 a_0 &= h_0 s_0 + h_1 s_1 + h_2 s_2 + h_3 s_3 + \dots + h_{l-1} s_{l-1} + h_l s_l \\
 a_1 &= h_0 s_2 + h_1 s_3 + h_2 s_4 + h_3 s_5 + \dots + h_{l-1} s_{(l-1)+2} + h_l s_{l+2} \\
 &\dots \\
 a_{k/2} &= h_0 s_k + h_1 s_{k+1} + h_2 s_{k+2} + h_3 s_{k+3} + \dots + h_{l-1} s_{(l-1)+k} + h_l s_{l+k}
 \end{aligned}$$

где

a_i – полученный коэффициент, h_i – i -й коэффициент фильтра, s_i – текущее значение выборки, l – длина фильтра. Так как коэффициенты фильтра детализации могут быть получены из коэффициентов фильтра аппроксимации (и наоборот), то аналогичным образом может быть выполнено и детализирующее преобразование. Для конечной выборки дан-

ное преобразование выполняется с учетом круговой свертки для минимизации краевых искажений. Таким образом, для получения одного значения a_i необходимо произвести суммирование l значений произведений h_i и s_i . Для исключения основного модуля памяти, хранящего выборку сигнала, можно реализовать модуль ДВП по следующей схеме (рис. 2):

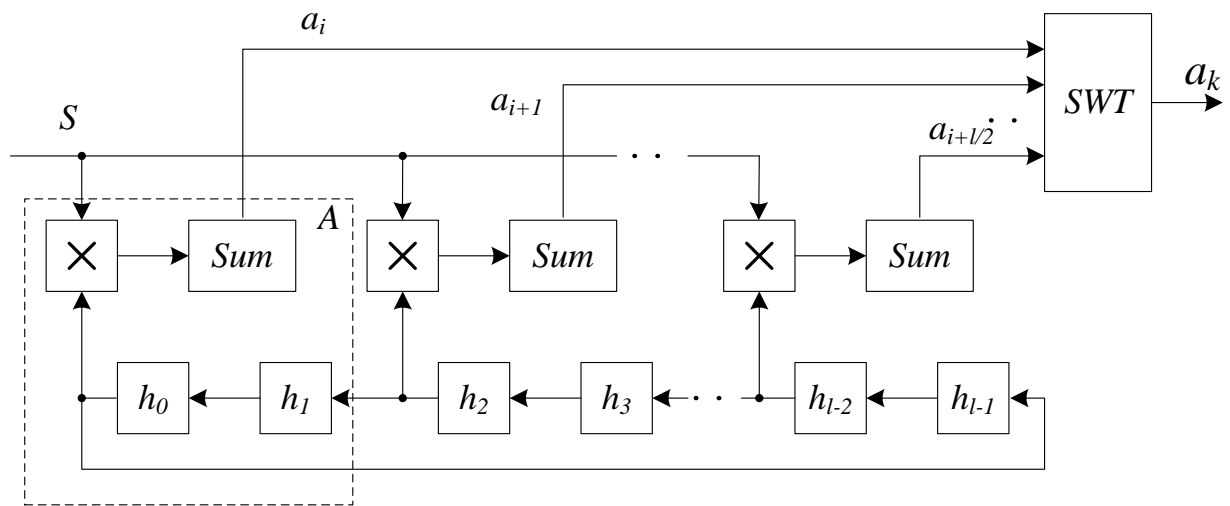


Рис. 2. Структурная схема одноуровневого вейвлет-преобразования

Такая реализация с однотипными модулями «А» подробно описана в [4, 5]. Показано, что для получения текущего коэффициента необходим условный регистр сдвига, хранящий значения коэффициентов вейвлет-фильтра h_i . С помощью операций сдвига фильтра производится обработка текущего значения выборки с помощью блока умножения на константу и сумматора с накоплением Sum , что делает возможным обработку «бесконечной выборки» входного сигнала в реальном времени. Для систем на базе DSP реализация такой структуры не представляет сложностей, так как все необходимые операции характерны для цифрового фильтра и присутствуют в DSP на уровне системы команд. Но в этом случае возникает проблема унификации способа представления входного сигнала и результата преобразования. Это связано с тем, что согласно алгоритму Малла результат преобразования поступает на вход последующего аналогичного блока. Таким образом, если входной сигнал представлен в аналоговой форме с преобразованием в цифровой код непосредственно в модуле, то для сопряжения с последующим устройством необходимо обратное преобразование. Это приводит к снижению точности при последующей обработке, а также к увеличению «цифрового» шума. Одним из путей решения данной проблемы является переход к полностью аналоговой схеме обработки, где входные и выходные сигналы модуля унифицированы по способу представления информации [5]. Так как

операция умножения на константу и суммирования легко реализуется на базе операционного суммирующего усилителя, основная проблема заключается лишь в устройстве сохранения результата для l слагаемых. В работе [6] приведены основные способы реализации дискретно-аналоговых модулей ДВП. В частности, показано, что простые решения на базе накапливающего сумматора с применением двухкаскадного устройства выборки-хранения (УВХ) целесообразны только для простых решений, например – для преобразования на базе вейвлета Хаара или Добеши 2-го порядка, где вейвлет-фильтр представлен единственным модулем «А» (рис. 2). Кроме этого, в работе [7] показан пример реализации фильтра Хаара с применением двух отдельных УВХ. Как показано в публикациях, основной проблемой является разработка такой структуры модуля, на базе которой можно было бы реализовать вейвлет-фильтр с произвольным числом коэффициентов при относительной простоте коммутационных соединений.

Модуль с произвольным числом коэффициентов

Реализация приведенной на рис. 2 структуры обработки на базе аналоговых компонентов в явном виде подразумевает наличие блоков умножения исходного сигнала S на константу, коммутационной матрицы, блоков аналоговых ключей, сумматоров, устройства выборки-хранения результата и устройства управления (рис. 3):

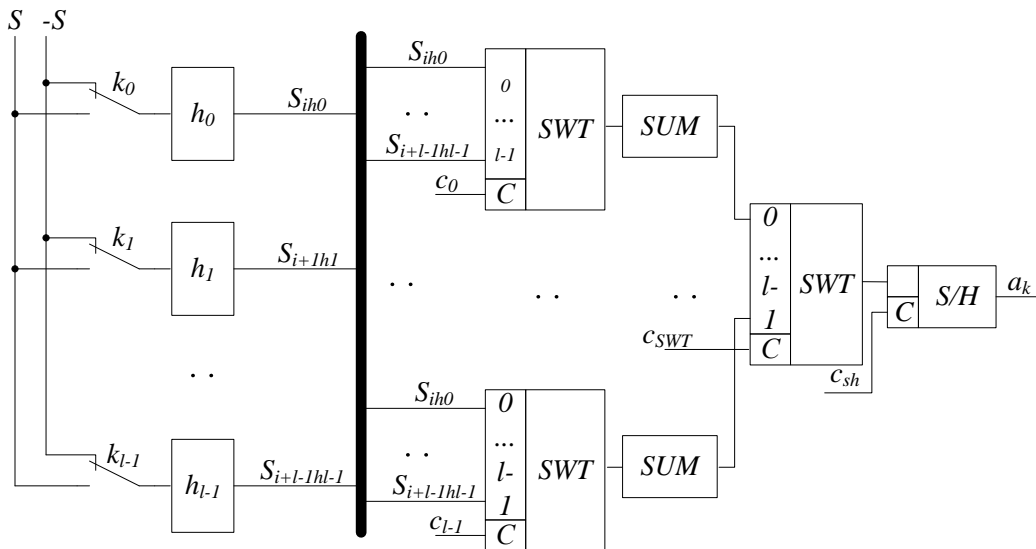


Рис. 3.

Функциональная схема вейвлет-фильтра с произвольным числом коэффициентов

Текущее значение S , умноженное на коэффициенты h_i поступает на общую аналоговую шину, и на каждом такте заданное значение $s_i h_i$ суммируется с другими значениями фильтра. На l -м такте новое значение коэффициента сохраняется в УВХ S/H на время, равное двум тактам. Так как коэффициенты h могут иметь разные знаки, целесообразно ввести инвертированное по знаку значение S для формирования отрицательного значения произведения $s_i h_i$ в каждом конкретном случае. Недостатком такого решения является сложность практической реализации. Как показано в [6], возможны некоторые варианты оптимизации базовой структуры. В частности, блоки h могут быть перенесены в состав сумматоров в виде масштабных коэффициентов

суммирования, что значительно сокращает число коммутирующих элементов. Кроме этого, возможна некоторая модификация УВХ, предложенная в [8] с целью сокращения управляющих сигналов и количества элементов. Как показано в [6], такое решение может быть использовано в модулях с фиксированной структурой, так как для $l/2$ однотипных модулей необходимо обеспечить равенство всех масштабных коэффициентов суммирования. Это осложняет быструю перенастройку модуля на другой тип фильтра.

В качестве альтернативного решения предлагается следующая структура одного из $l/2$ блоков преобразования (рис. 4).

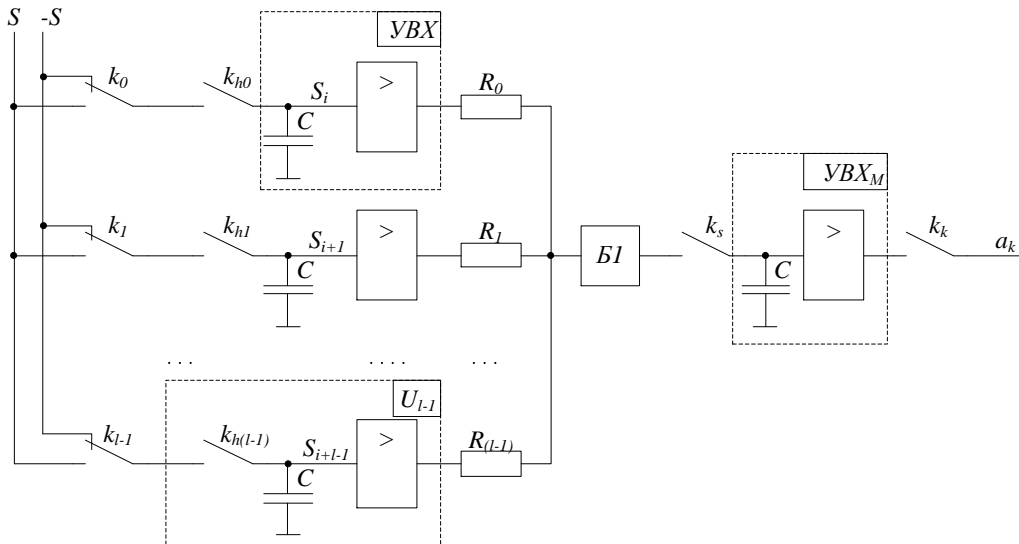


Рис. 4. Фрагмент вейвлет-фильтра с сохранением текущих значений $S_i h_i$

При поочередном замыкании ключей $k_{h0} - k_{h(l-1)}$ происходит выборка значений аналоговой величины S с сохранением значения в отдельном блоке U_i , который представляет собой простейший однокаскадный УВХ с буферным каскадом и единичным усилением. Сохраняемые значения суммиру-

ются с весовыми коэффициентами h_i в блоке BI , выполненном в виде аналогового неинвертирующего сумматора токов точки соединения резисторов. После l -го такта на выходе блока BI формируется аналоговое значение текущего вейвлет-коэффициента, которое при помощи управляющего сигнала обнов-

ляет значение выходного УВХ. Весовые коэффициенты R также представлены в виде масштабных коэффициентов суммирования. Достоинствами данной схемы являются:

- большая степень унификации - используются только три варианта унифицированных блоков;
- упрощение схемы управления за счет уменьшения числа сигналов - отсутствуют сигналы двойного тактирования каскадов УВХ, отсутствует необходимость сброса УВХ;
- отсутствие критических узлов, влияющих на быстродействие в целом, так как нагрузка на все узлы равномерна.

Очевидно, что в данной схеме предъявляются повышенные требования к узлам сохранения текущих значений, так как значение текущего S_i необходимо удерживать на время, пропорциональное длине фильтра. Однако, как показали результаты

предварительного моделирования, для числа коэффициентов $n=8 \div 16$ можно достигнуть приемлемых характеристик точности и быстродействия.

Учитывая, что на рис. 4 представлен фрагмент схемы, формирующий один из $l/2$ коэффициентов вейвлет-преобразования, рассмотрим общую схему дискретно-аналогового вейвлет-фильтра на основе отдельных УВХ (рис. 5). Следует отметить, что дискретно-аналоговый вейвлет-фильтр на основе отдельных УВХ обладает модульной архитектурой. Модули $M_0 - M_{l/2}$ идентичны по составу и построению функциональных узлов. Управляющие сигналы для каждого последующего модуля устанавливаются со сдвигом на 2 такта, что обусловлено необходимостью введения диадной децимации. В данной схеме сохраняется общее правило формирования отрицательных значений коэффициентов за счет изменения знака входного сигнала S , при этом предварительная установка знака коэффициента производится с помощью коммутационных элементов $k_0 - k_{l-1}$.

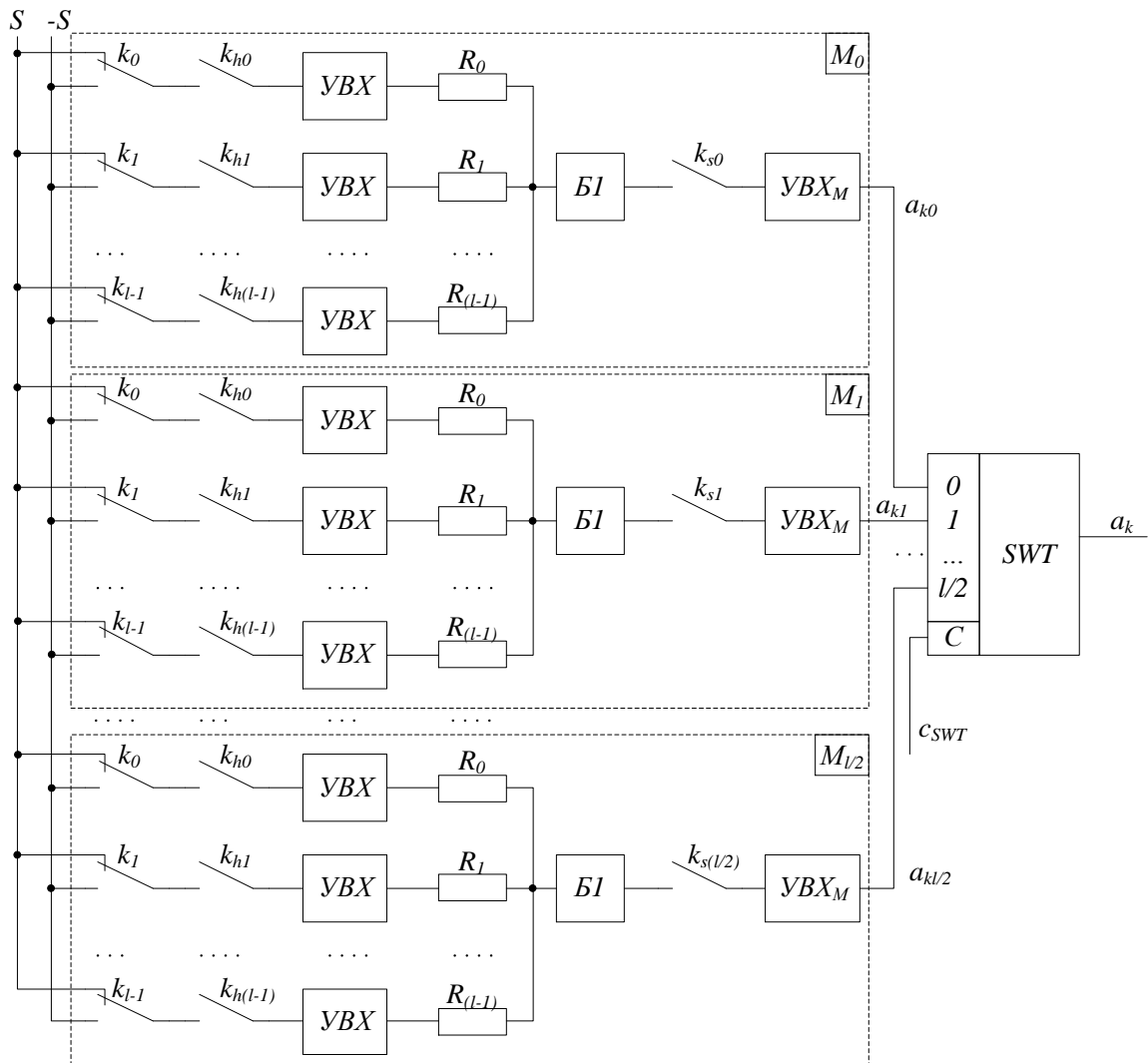


Рис. 5. Аппаратный модуль ДВП с длиной фильтра $l=6$

Рассмотрим процесс вычисления коэффициентов ДВП для M_0 (рис 6). В момент времени t_0 производится замыкание ключа k_{h0} для удержания мгновенного значения сигнала S_i или его инвертированного значения $-S_i$, в зависимости от необходимого знака коэффициента вейвлет-фильтра, в момент времени t_1 – ключа k_{h1} и т.д. В момент времени t_2 , когда на выходе всех УВХ произошло удержание сигнала S_i , замыкается ключ k_{s0} и на выходе $УВХ_M$ производится удержание сигнала с выхода блока

$Б1$, равного значению очередного коэффициента вейвлет-преобразования. Спустя 2 такта, в момент времени t_3 на выходе модуля M_1 формируется очередной коэффициент вейвлет-преобразования и т.д. С помощью аналогового коммутатора SWT производится поочередный выбор выходов $УВХ_M$ для окончательного формирования последовательности коэффициентов вейвлет-преобразования и их последующего использования.

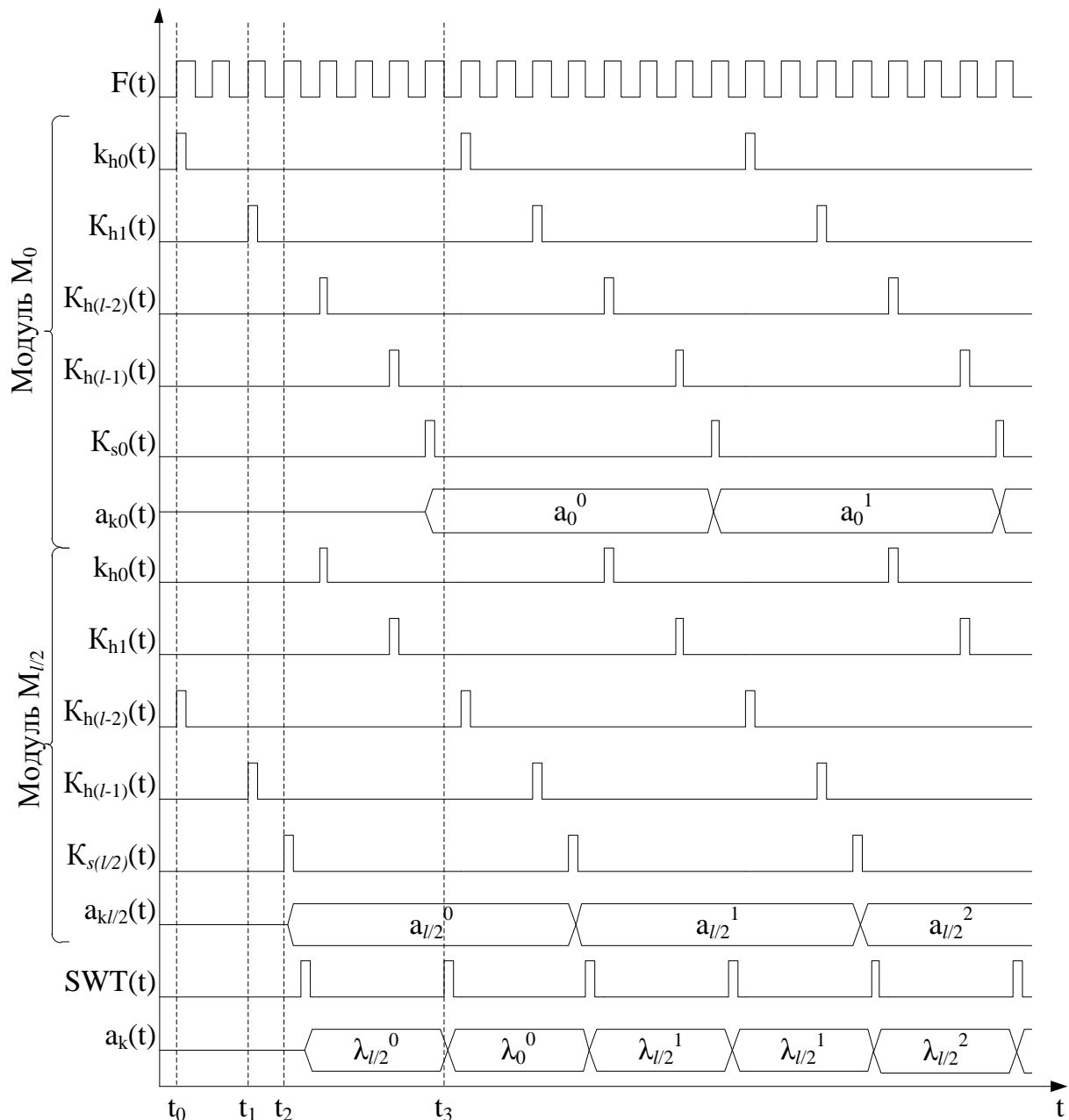


Рис. 6. Временные диаграммы работы модуля

Очевидно, что предложенная структура модуля предусматривает простой способ управления в виде основной импульсной последовательности в виде тактовой частоты $F(t)$ и сигналов тактирования $K_{hi}(t)$, сформированные счетчиком-распределителем импульсов. При изменении количества коэффициентов необходимо также изменить общий коэффициент пересчета. При этом, как показано в [7]

длительность импульса коммутации УВХ целиком определяется быстродействием используемых аналоговых ключей.

Заключение

Основная цель предложенного решения - предварительная обработка сигналов с целью уменьшения объемов анализируемых данных при участии

эксперта в ходе эксперимента. Используя унифицированные аппаратные модули с переменной структурой, пользователь может конструировать вейвлет-фильтры с заданной длиной и типом базисной функции. В результате работы фильтра возможен наглядный анализ полученных коэффициентов преобразования в реальном времени, что позволяет производить автоматизированную перенастройку классификатора сигналов. Так как в данном решении отсутствует в явном виде понятие «выборка», отсутствуют ограничения на длину анализируемых данных, что позволяет производить анализ в темпе поступления исходных данных. В отличие от цифровой реализации ДВП отсутствуют принципиальные ограничения на длину фильтра и глубину разложения. Кроме этого, частота тактирования аналоговых ключей эквивалентна частоте дискретизации при традиционной реализации ДВП. При этом благодаря простой и синхронной во времени процедуре тактирования многоуровневого фильтра, имеется возможность плавной перестройки тактовой частоты $F(t)$ непосредственно в процессе работы.

Точность расчета коэффициентов определяется теми же критериями, которые являются общими для всех аналоговых устройств. Если пренебречь искажениями, связанными с частотными свойствами элементов, то можно сказать, что точность вейвлет-фильтра будет зависеть от точности и стабильности параметров операционных усилителей, значения входного сопротивления УВХ, величины саморазряда конденсаторов УВХ. Кроме этого, увеличение ошибки может происходить из-за нелинейности аналоговых переключателей и конечного сопротивления их открытого канала, а также к уменьшения отношения сигнал/шум. Учитывая текущее состояние элементной базы, можно утверждать, что основная ошибка будет определяться шумами измерительного тракта. Как показано в [7] погрешность вычисления коэффициентов составила среднем 2,2% для фильтра Хаара, однако следует отметить одну особенность. Так как фильтры соединены каскадно, то ошибка увеличивается на каждом уровне декомпозиции. Это является недостатком, однако, необходимо принимать во внимание тот факт, что более высокий уровень разложения менее требователен к точности. Это связано с принципом вейвлет-анализа, который основан на переменном масштабе, как в частотной так и во временной областях.

Максимальную частоту формирования вейвлет-коэффициентов для фильтров можно определить из оценки минимального времени переключения и задержки используемых аналоговых переключателей и скорости нарастания выходного напряжения ОУ. Например, для аналоговых ключей ADG411, и операционного усилителя AD8055 общее время переключения составляет 200 нс, что

позволяет оценить максимальную частоту около 1-2 МГц [7]. Учитывая, что современные скоростные аналоговые коммутаторы имеют время включения 1,5 - 2 нс и высокоскоростные ОУ имеют сопоставимые значения времени нарастания, максимальная частота сигнала может составлять 20-30 МГц и выше, если не принимается во внимание снижение точности в первом уровне декомпозиции.

Предложенное схемотехническое решение может быть отнесено к классу устройств на переключаемых конденсаторах, как альтернатива существующим решениям ДВП.

Литература

1. Иванов В.Э. Обработка данных в информационно-измерительных системах: спектральное оценивание, сжатие, классификация / В.Э. Иванов, А.В. Левенец, Чье Ен Ун ; под ред. Чье Ен Уна. – Хабаровск: Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2010. – 143 с.
2. Wavelet Transform in the TMS320C55x./ C500 Applications. - USA: Application report, SPRA800. – 28с.
3. Смоленцев Н.К. Основы теории вейвлетов. Вейвлеты в МАТЛАБ. – М.: ДМК Пресс, 2005. – 304 с.
4. Иванов, В.Э. Вейвлет-фильтр Хаара на дискретно-аналоговых компонентах / В.Э. Иванов, Р.А. Антонов, Ен Ун Чье // Приборы, № 8, 2014 год – с. 5-9.
5. Антонов, Р.А. Дискретно-аналоговый вейвлет-фильтр на базе унифицированных модулей / Р.А. Антонов, В.Э. Иванов // Вестник Тихоокеанского государственного университета. – 2015. - №1(36). – С. 75-82.
6. Иванов, В.Э. Дискретно-аналоговый вейвлет-фильтр: проблемы и способы реализации / В.Э. Иванов, Р.А. Антонов // Информационные технологии XXI века: сборник научных трудов.- Хабаровск: Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2014. –307с. – С24 – 32.
7. En Un Chye; V. E. Ivanov; R. A. Antonov. Modular wavelet filters for preprocessing signals in real time // International Siberian Conference on Control and Communications (SIBCON-2016). Proceedings. Moscow, 2016. Pages 1-5. ISBN: 978-1-4673-8382-0. URL: <http://ieeexplore.ieee.org/xpl/articleDetails.jsp?arnumber=7491681>. DOI: 10.1109/SIBCON.2016.7491681.
8. Аналоговый накопительный сумматор [Текст]: пат. 158948 U1 Рос. Федерация: МПК G06G7/14/ Чье Ен Ун, Иванов В.Э., Антонов Р.А.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Тихоокеанский государственный университет». – No2015115341/08; заявл. 23.04.2015; опубл. 20.01.2016, Бюл. No2.

RESEARCH OF RESIDENTIAL REAL ESTATE PRICING

Dolaeva Z.N.

North - Caucasian State Humanitarian - Technological Academy, Senior Lecturer

Kidakoeva M.M.

North - Caucasian State Humanitarian - Technological Academy, student

ABSTRACT

This article describes the methods of mathematical modeling on the example pricing one-bedroom apartments in the city of Cherkessk. Presented plan multivariate study of the effect away from the city center and the deterioration of the building at the price of apartments. The equation regression. The results of correlation and regression analysis

Keywords: mathematical model, pricing factors, multivariate, correlation analysis, regression analysis, multiple correlation coefficient, partial correlation coefficients, regression coefficients, standard error of approximation, t-statistics, F- Fisher criterion, the importance of the F, normalized R the square of the standard error.

The most important role in modern science play statistical methods of research planning and data processing. Currently, mathematical modeling is an active means of scientific research. Modern mathematical methods are an integral part of the processing and interpretation of research results. They allow you to get the most information about the components of the test process, to estimate how significant the action and interaction of factors studied, and set the coefficients of

the regression equations describing the process under study.

In this connection, in the planning of research is necessary to sustain the principle of factoriality [1], [2]. The essence of which is that well-formed research plan should include the study of all possible combinations of gradation factors studied.

Table 1

Distribution of apartment buildings in the percentage of wear at the beginning of 2015

Locality	The number of apartment buildings on the depreciation percentage, units			
	From 0 to 30%	From 31% to 65%	From 66% to 70%	Over 70%
№	1	2	3	4
in cities and towns				
Karachay-Cherkess Republic	525	465	51	8
Karachayevsky district	17	-	2	-
Prikubansky district	9	2	24	-
Urupsky district	43	14	-	-
Ust-Dzhegutinsky District	53	89	-	-
Cherkessk	388	251	25	8
Karachaevisk	15	109	-	-
in rural areas				
Karachay-Cherkess Republic	443	627	102	1

The main advantages of multivariate research include [1], [2]:

1) The data show the effect of each factor in a variety of conditions created by changes in other factors

2) A combination of factors allows to obtain more reliable information for practical advice, useful in changing conditions.

3) One multifactorial study provides much information about each of them, how many would give a study on only one factor. If factors interact, we get much additional information about the size and nature of their interaction.

This article discusses the results of studies of the effect of physical deterioration of buildings and the distance from the city center by the cost of one-bedroom apartments in the city of Cherkessk.

Analysis of the quality of apartment buildings (ICM) on the technical state showed that the objects that are in good and satisfactory condition, is 525 units (50%) and 465 units (44.3%) - in fair and poor condition in cities and towns KCR. In rural areas 37.8% AB physical wear rate is in the range from 0 to 30%, and 53.5% - in the range from 31% to 65%. The following table 1 shows the distribution of apartment houses on the percentage of wear of Karachay-Cherkessia republic at the beginning of 2015 [3].

Analysis of published data allows us to formulate the following hypothesis [3], [4]: physical deterioration of buildings and the removal of the city center is mainly determined by the cost of one-bedroom apartments in the city of Cherkessk. To construct a mathematical model of two-factor pricing study in 4 gradations (2x4)

was developed plan which is presented in table 2. The study planning can significantly reduce the amount of research and to provide an objective evaluation of the mathematical description of the process.

Table 2.

Matrix initial research data				
Factors, response function, № combination of factors	Distance from city center	Physical deterioration buildings	Price of 1 m ² of housing	Address
Code	X ₁	X ₂	Y _ф / Y _р	
Unit of measurement	km	%	thous. rub / m ²	
Top level	4,6	60,3	57,477	
Lower level	0,6	2,8	36,111	
1	1,1	8,4	57,447/53,715	International 170
2	1,1	26,8	53,261/49,732	Soviet 173
3	0,6	42,3	46,970/47,539	Komsomolskaya 29a
4	0,6	55,6	43,333/44,664	Red Army 39
5	2,2	19,0	48,194/48,890	Lenin 9a
6	2,5	29,2	41,667/ 45,981	Demidenko 93a
7	2,2	42,3	44,737/ 43,845	Lenin 62
8	2,2	45,1	37,097/ 43,233	Marx 46
9	4,3	2,8	38,649/ 47,539	Oktyabrskaya 32
10	3,4	24,5	50,000/ 44,927	Yaroslavl 82
11	3,7	42,3	36,111/ 40,383	Lobodina 59
12	3,5	60,3	41,379/ 36,943	Oktyabrskaya 21
13	4,5	15,9	50,000/ 44,250	Cosmonauts 43
14	4,4	28,0	45,000/ 41,856	Oktyabrskaya 330
15	4,6	32,9	41,429/ 40,325	Cosmonauts 11
16	4,5	35,5	38,554/ 39,998	Lobodina 74

Note: Y_f - actual statistics; Y_r - estimated statistics.

The basic concept of research planning theory is the factor space, which allows you to define the range of possible changes in the study parameters of the process. The study design is a matrix whose columns correspond to different combinations of factors.

Table 3.

Calculation results	
Name of indicator	Value
The coefficient of multiple correlation	0,72
R-squared	0,52
Normalized R-squared	0,44
Private correlation coefficients: r _{yx1} , r _{yx2} , r _{x1x2}	0,44, 0,45, 0,22
The standard error of approximation, %	8
The regression coefficients:	
A	58,074
B ₁	-2,308
B ₂	-0,216
standard errorY	
X ₁	3,918
X ₂	0,8318
	0,0764
t-statistics	
Y	14,819
X ₁	-2,775
X ₂	-2,832
F- Fisher criterion	6,454
The significance of F	0,0113

It draws presume that the desired dependence with sufficient accuracy to describe the first-order polynomial [1], [2]. Based on the accepted hypothesis, as variable factors take: X₁ - distance from the city center; X₂ - the physical deterioration of the building.

Mathematical treatment of the resulting array of pricing data one-bedroom apartments in the city of Cherkessk was conducted using the software package

"Analysis Package" and "Finding the solution" in MS Excel. The results of the regression and correlation analysis are presented in Table 3.

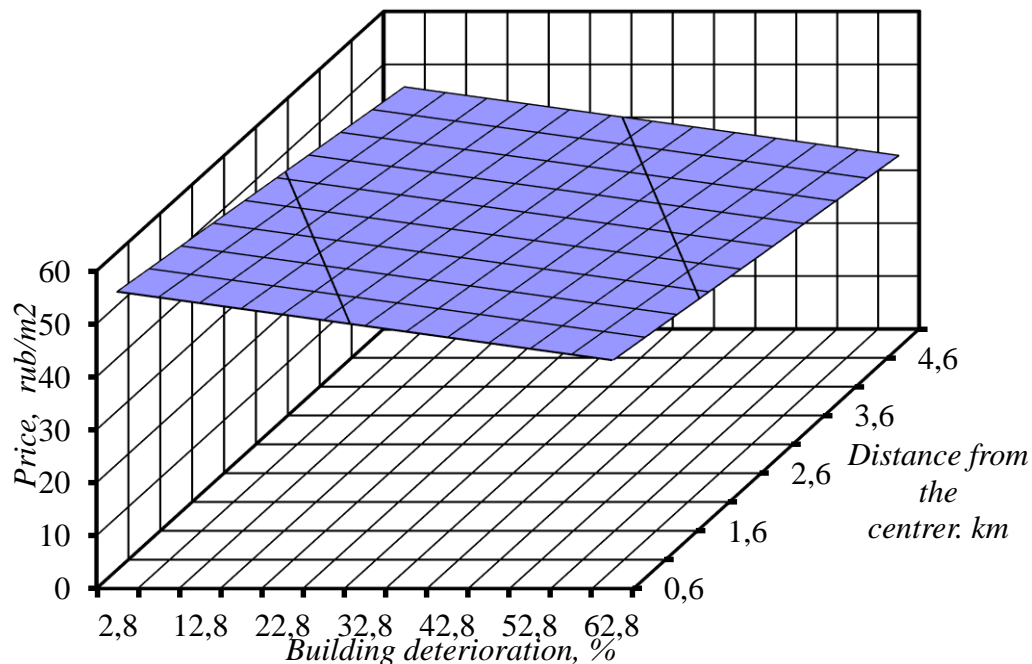


Fig. 1. Dependence of the one-bedroom apartments pricing from wear and tear of buildings and the distance from the center of Cherkessk

The study results allow to obtain the regression equation in the form of a polynomial of the first degree, allowing functionally express the impact of the factors considered in the cost of one-bedroom apartments in the city of Cherkessk, rub / m².

$$Y = 58.074 - 2.308 \cdot X_1 - 0,216 X_2 \cdot$$

The resulting regression equation allows you to graphically represent the effect of the distance from the city center and the deterioration in the pricing of buildings (Fig. 1).

The results of these studies suggest the following conclusions.

1. This regression equation indicates that with increasing distance from the center is 1 km. (At a constant level of depreciation of buildings) the cost of one-bedroom apartments in the city of Cherkessk reduced by an average of 2,308 thous. rub., While increasing the wear and tear of buildings by 10% (at a constant level, away from the center), the cost of apartments is reduced by an average of 2.16 thousand . rub..

2. The quality of the mathematical model can be considered as good average approximation error (8%.) does not exceed 10%.

3. Sufficiently high multiple correlation coefficient ($0.72 > 0.7$) indicates a reliable communication investigated factors (distance from the center and the deterioration of the building) with pricing one-bedroom apartments in the city of Cherkessk.

4. Comparing the values of multiple and simple correlation can be noted small relationship between the factors of distance from the center of the building and deterioration.

5. The resulting value of criterion Fisher $F = 6.454 > F_{\text{tabl}} = 4.67$ (for $n = 16$, $m = 2$) shows that the resulting regression equation pricing one-bedroom apartments in the city of Cherkessk formed mainly under the influence of the studied factors.

References

1. E.A. Vukolov. Basics of statistical analysis. Workshop on Statistical Methods and Operations Research with packages STATISTICA and EXCEL. Moscow, 2004. 462 pp.
2. N.Dzhonson, F.Lion. Statistics and experimental design in engineering and science. Moscow, 1981.
3. V.S. Bashkatov, I.A. Buzova. A framework for assessing property values: Study guide. - SPb .: Publishing St. Petersburg University, 2005. 170 p.
4. V.S. Bashkatov, I.A. Buzova. the cost of Real Estate Appraisal: A manual. Speciality 080502 (9) - Economy and Management (real estate transactions). Prepared at the Department "Real Estate Economics and Management". - SPb .: Publisher of the State Educational Institution of Higher Professional Education "Saint-Petersburg State University of Engineering and Economics", "ENGECON". 2008. 334 p.

ОТРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЙ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЦЕЛЕВОЙ ГРУППЫ ИЗДЕЛИЙ ДЛЯ ЛАЗЕРНОГО ПОВЕРХНОСТНОГО УПРОЧНЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НОВОГО РОБОТИЗИРОВАННОГО УНИВЕРСАЛЬНОГО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ЛАЗЕРНОГО КОМПЛЕКСА С ДИАГНОСТИКОЙ ПРОЦЕССОВ УПРОЧНЕНИЯ В РЕАЛЬНОМ МАСШТАБЕ ВРЕМЕНИ

Аракелян С.М.

заведующий кафедрой, «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых» (ВлГУ)

Евстюнин Г.А.

заведующий базовой кафедрой, ООО «Новые технологии лазерного термоупрочнения» (ООО «НТЛТ»), г. Владимир

Журавель В.М.

инженер, ООО «Новые технологии лазерного термоупрочнения», Владимир

Абрамов Д.В.

доцент, «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых» (ВлГУ)

TECHNOLOGY DEVELOPMENT AND DEFINITION OF THE TARGET GROUP OF PRODUCTS FOR LASER SURFACE HARDENING USING A NEW VERSATILE INTELLIGENT ROBOTIC LASER SYSTEM WITH THE DIAGNOSTIC PROCESS HARDENING IN REAL TIME

Arakelyan S.M., Head of the Department, "Vladimir State University named after Alexander G. and Nicholas G. Stoletovs" (VISU)

Evstyunin G.A., Head of the Department of Basic, LLC "New technologies of laser thermal hardening" ("NTLT" LLC), Vladimir

Jyrael V.M., engineer, LLC "New technologies of laser thermal hardening" ("NTLT" LLC), Vladimir

Abramov D.V., docent, "Vladimir State University named after Alexander G. and Nicholas G. Stoletovs" (VISU)

АННОТАЦИЯ

В настоящей статье рассматриваются результаты обработки технологических режимов поверхностного термоупрочнения наиболее часто используемых в машиностроении типов сталей с использованием нового многоканального лазерного технологического комплекса. Показаны достигнутые показатели термоупрочнения, которые в комплексе превосходят результаты, получаемые при эксплуатации традиционных технологических комплексов. Определены группы изделий, термообработка поверхности которых целесообразна с использованием нового лазерного технологического комплекса.

ABSTRACT

This article discusses the results of working out of technological modes of surface thermal hardening most commonly used types of steel in mechanical engineering with a new multi-channel laser technological complex. Showing achieved thermostrengthening indicators, which together exceed the results obtained in the operation of the traditional technological complexes. The groups of products, suitable heat treatment of surfaces with a new laser processing facility.

Ключевые слова: лазерное термоупрочнение, технологические режимы, повышение износостойкости.

Keywords: laser thermostrengthening, technological modes, improving durability.

Введение

В настоящее время лазерные технологии широко применяются для обработки изделий машиностроения различного назначения. Одной из таких технологий является лазерное поверхностное упрочнение материалов. Лазерное термическое упрочнение заключается в воздействии интенсивного потока лазерного излучения на локальный участок поверхности, поглощении лазерного излучения в приповерхностных участках материалов и, вследствие этого, быстром разогреве этих участков до высоких температур [1]. После прекращения

действия излучения нагретый участок охлаждается в основном вследствие теплопроводности во внутренние объемы материала, а также за счет теплоотдачи с поверхности. При этом достигаются высокие скорости охлаждения. В процессе нагрева и охлаждения происходят фазовые превращения. Если при этом имеет место упрочнение, то оно классифицируется как упрочнение при фазовых переходах. Таким образом, лазерное упрочнение сталей заключается в нагреве локальных участков поверх-

ности до температур выше критических и последующем охлаждении с высокой скоростью, приводящей к образованию мартенситных структур.

Широкое применение технологий лазерного термоупрочнения требует постоянного увеличения эффективности данного процесса. Внедрение новых источников лазерного излучения, систем точного позиционирования, новых методов и средств транспортировки и формирования лазерных пучков и систем автоматизированного управления лазерными комплексами дает возможность интенсифицировать этот процесс. Именно эти тенденции учитываются в создаваемом новом технологическом комплексе – роботизированном универсальном интеллектуальном лазерном комплексе с диагностикой процессов упрочнения в реальном масштабе времени (РУИЛКДУ). Однако введение новых методов и средств в разрабатываемые комплексы требует значительных материальных затрат и ошибка может принести достаточно большие финансовые потери. Ошибок в проектировании может помочь избежать предварительное физическое моделирование и отработка режимов на существующих ЛТК. Не менее важно правильно определить группы изделий, обработка которых может быть наиболее эффективно осуществлена с использованием нового технологического комплекса. Здесь разработчикам следует учитывать не только собственный опыт, но и результаты других научно-исследовательских и производственных коллективов.

Данная работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки РФ № 02.G25.31.0129

Результаты отработки технологий лазерного термоупрочнения и анализ результатов обработки различных групп изделий

Для отработки технологий лазерного термоупрочнения использовался технологический комплекс АЛТКУ-5 с многоканальным CO₂ лазером. Этот комплекс представляет собой одну из самых последних отечественных разработок лазерных технологических установок для поверхностной термообработки изделий. Внешний вид комплекса представлен на рисунке 1, а его основные характеристики в таблице 1. АЛТКУ-5 обеспечивает параметры обработки (выходную мощность, характеристики лазерного пятна, скорость перемещения лазерного пучка) и возможности правления, сравнимые с запланированными в РУИЛКДУ. Существенно отличается длина волны лазерного излучения (10,6 мкм и 0,8 мкм), что значительно уменьшает коэффициент поглощения оптической энергии, но использование специальных покрытий позволяет устранить влияние этого отличия.

Были проведены экспериментальные исследования процесса термоупрочнения образцов машиностроительных сталей, широко применяемых в промышленности с целью определения оптимальных режимов их обработки, реализация которых планируется во вновь разрабатываемом лазерном технологическом комплексе. Для проведения экспериментальных исследований были выбраны стали 65Г, 30ХГСА, 45, У8А, 9ХС.



Рисунок 1. Автоматизированный лазерный комплекс АЛТКУ-5

Таблица 1

Тип лазера	многоканальный CO ₂
Длина волны излучения	10,6 мкм
Режим работы	непрерывный, импульсно - периодический
Апертура выходного излучения	50 мм
Средняя мощность излучения	5 кВт
Диаметр сфокусированного луча	8 мм
Зона обработки X,Y,Z	1200 x 1000 x 400 мм
Линейная скорость обработки	до 15 мм/с
Производительность	до 90 мм ² /с
Потребляемая мощность	53 кВт

Выбор режима лазерного термоупрочнения осуществлялся путем изменения технологических параметров в оптимальных для обработки интервалах: мощность (от минимума - 1000 Вт до максимума - 4800 Вт), скорость (от максимума - 10 мм/с до минимума - 6 мм/с) и диаметра пятна (от минимума - 6 мм до максимума - 30 мм). Такие широкие диапазоны параметров обработки выбирались из-за большой номенклатуры деталей, которые можно подвергать лазерному термоупрочнению. Для мелкогабаритных и тонкостенных деталей нельзя использовать жесткие режимы, которыми закаляются крупногабаритные детали, такие как зубчатые валы, роторы, колеса и т.д.

Оценка результатов экспериментальных исследований лазерного термоупрочнения образцов по оптимальному соотношению основных характеристик закалки (достигнутая твердость материала и глубина закалки) позволила выделить наилучший режим обработки. Для всех образцов сталей наилучшим оказался режим обработки со следующими параметрами: диаметр пятна лазерного излучения на обрабатываемой поверхности 24 мм, мощность лазерного излучения 4800 Вт скорость обработки 7,5 мм/с. Характеристики обработанных изделий достигнутые при использовании этого режима представлены в таблице 2.

Таблица 2

Марка стали	Твердость после обработки, HRC	Глубина закаленного слоя, мм	Ширина закаленной зоны, мм
Сталь 65Г	53-58	1,7	21
Сталь 30 ХГСА	53-56	1,8	22
Сталь 45	58-63	2,1	22
Сталь У8А	63-68	1,9	21
Сталь 9ХС	53-58	1,7	21

По сравнению с результатами термоупрочнения с использованием традиционных лазерных технологических комплексов, мощность которых не превышает 3 кВт, достигнутые максимальные показатели твердости не увеличились, однако ширина закаленного слоя увеличилась почти в 3 раза, а глубина упрочнения увеличилась в 1,5-2 раза. Отсюда можно сделать вывод, что новый комплекс серьезно повышает производительность обработки.

Определение групп изделий, обработка которых может быть наиболее эффективно осуществлена с использованием нового технологического комплекса, производилась с учетом уже достигнутых отечественными исследователями результатам, которые доступны в открытых источниках (см. например, [2]). В частности известны комплексные исследования по разработке и внедрению технологий лазерного термоупрочнения при производстве деталей для тепловозных, тракторных и автомобильных двигателей.

Для упрочнения гильз цилиндров тепловозных двигателей, изготовленных из чугунов на перлитной или феррито-перлитной основе, в зависимости от температурного режима их работы использу-

ются две технологии лазерной термической обработки. Во-первых, технология обработки без оплавления поверхности или с минимальным оплавлением. Она используется для дизелей с относительно невысокой рабочей температурой внутренней поверхности гильз (до 300 °С) [3]. Она обеспечивает минимальное изменение шероховатости поверхности. Во-вторых, технология со значительным оплавлением поверхности. Она приводит к существенному изменению ее микрогеометрии, что увеличивает величину припуска на чистое хонингование. Однако, благодаря значительному содержанию эвтектического цемента в оплавленной зоне, она сохраняет свои свойства до более высоких (до 500 °С) температур [4].

Требования к характеристикам закаленного слоя гильз определяются условиями эксплуатации. Для тепловозных гильз допустимый износ на сторону не должен превышать 0,35 мм. Поэтому глубина зоны лазерного упрочнения после чистового хонингования должна быть не менее 0,4 мм, а твердость упрочненного слоя не менее HV 500. При этом размер дефектов на поверхности не должен превышать припуска на чистое хонингование. Деформации гильз цилиндров после лазерной закалки

составили 40-50 мкм (при термоупрочнении токами высокой частоты 0,25-0,3 мм).

Широкие возможности для технологии лазерной обработки открываются в сфере изготовления коленчатых валов на автомобиле- и тракторостроительных заводах и восстановления изношенных распределительных и коленчатых валов в ремонтном производстве. Отработана технология лазерной закалки и восстановления стальных и чугунных коленчатых и распределительных валов различных типов.

Условия эксплуатации и ремонта валов требуют закалки поверхностного слоя на глубину не менее 0,5 мм. Если учитывать весь диапазон возможных ремонтных размеров и их дискретность, то глубина закалки должна быть увеличена до 0,75-1,0 мм. Это необходимо для учета допусков на последующую механообработку. Для лазерного упрочнения таких деталей без оплавления на глубину порядка 1 мм (и более) с достаточной высокой производительностью должны быть использованы непрерывные лазеры мощностью 2,5-10 кВт, обеспечивающие получение дорожек шириной 8-15 мм при глубине упрочнения до 1,5-1,8 мм. Необходимая поглощательная способность поверхности оценивается в 0,6-0,9, что можно получить как традиционной фосфатацией, так и с применением более технологичных покрытий, легко удаляемых с обработанной поверхности.

Технология лазерного термоупрочнения тракторного двигателя средней мощности включает в себя следующие основные операции: очистка, нанесение поглощающего покрытия, лазерная обработка. Термоупрочнение производится перед заключительным полированием шеек и не предполагает никаких припусков. Лазерная обработка 9 шеек осуществляется в три этапа: сначала коренных шеек, затем попарно шатунных. Технологическое время полной обработки всех 9 шеек на уровне мощности 2,5-3,0 кВт составляет порядка 16-17 минут. Продолжительность и трудоемкость операции полирования не увеличены по сравнению с традиционной технологией.

В связи с высокой твердостью упрочнения "ленточных" зон и наличием между ними промежуточных с исходной твердостью, после полирования абразивной лентой образуется макрорельеф, так называемая «волнистость». При этом, узкие впадины (шириной около 1,6-2 мм) чередуются с выступами (шириной 8-9 мм), образующимися в зонах лазерной обработки. Такая макроструктура не влияет на эксплуатационные свойства вала, хотя и несколько удлиняет процесс приработки вкладышей. При закалке шеек винтовой дорожкой существенно возрастают требования к чистоте сборки двигателя, так как абразивные частицы, не повреждая поверхности шеек, активно деформируют поверхность вкладыша (риски, борозды, царапины).

Стендовые испытания упрочненных валов проводились в течение 50 и 120 часов по стандартной методике. По результатам испытаний износостойкость шеек, обработанных лазерным лучом,

повысилась в 1,3 и более раз по сравнению с необработанными изделиями.

Износ вкладышей при обработке по оптимальным режимам, в основном, не увеличивался, хотя в отдельных случаях наблюдалось его повышение в 1,03-1,05 раза.

На ряде ремонтных предприятий внедрена технология лазерного восстановления коленчатых и распределительных валов, а также других деталей. Опыт эксплуатации восстановленных деталей показал, что их ресурс не уступает ресурсу новых деталей.

Еще одним примером применения лазеров в обработке деталей двигателей является упрочнение беговых дорожек, на дисках, венцах и крышках демпфера крутильных колебаний тяжелого тракторного двигателя. Упрочнение, выполненное отдельными дорожками на глубину 0,4 мм, обеспечило повышение моторесурса узла двигателя в 2,5-3 раза.

Применительно к задачам станкостроительной и инструментальной промышленности лазерное упрочнение нашло широкое применение при обработке станин и направляющих металлорежущих станков, а также штампового и режущего инструмента, пуансонов.

Уровень деформаций при использовании токов высокой частоты для закалки станин станков длиной 2 м составлял 2 мм. Лазерная обработка позволяет уменьшить его до 0,04-0,05 мм. Износостойкость рабочих кромок режущего инструмента увеличивается в 2,5-3 раза при глубине зоны лазерной закалки порядка 0,4 мм [5]. Лазерная термообработка пуансонов для выдавливания цинковых полюсов гальванических элементов увеличивает износостойкость в 1,6-2 раза.

Заключение

Результаты экспериментальных исследований, направленных на обработку технологических режимов лазерного термоупрочнения в условиях, приближенных к реализуемым в новом роботизированном универсальном интеллектуальном лазерном комплексе с диагностикой процессов упрочнения в реальном масштабе времени, показали значительное увеличение производительности обработки по сравнению с достигаемой на существующих лазерных технологических комплексах.

Анализ информации, накопленной к настоящему времени, позволил определить группы изделий, которые целесообразно упрочнять с использованием нового технологического комплекса. Наиболее эффективно его применение для термообработки деталей с целью повышения износостойкости трущихся тяжело нагруженных деталей и локальной обработки нежестких деталей, а также для восстановления изношенных деталей путем прецизионной наплавки, легирования и других аналогичных процессов. Целесообразно использование нового технологического комплекса вместо химико-термической обработки или объемной закалки токами высокой частоты для снижения трудоемкости.

Высокие энергетические параметры многолучевого лазера и оптимальное для термообработки распределение интенсивности излучения обеспечивают высокую производительность процесса и однородность получаемых в зоне облучения металлографических структур.

Литература

1. Аракелян С.М., Евстюнин Г.А., Скрябин И.О., Абрахин С. И., Новикова О.А. Лазерное многолучевое термоупрочнение поверхности стальных изделий / Современные наукоемкие технологии. № 5 (часть 1) 2016, С. 9-13
2. Аракелян С.М., Скрябин И.О., Евстюнин Г.А., Новикова О.А., Термоупрочнение изделий из инструментальных сталей с использованием автоматизированного лазерного технологического комплекса алтку-5 / Естественные и технические науки / № 5 (95) 2016, С. 84-86.
3. Асташкевич В.М., Воинов С.С., Шхур Ю.А. Лазерное упрочнение стального цилиндра локомотивного дизеля // Металловедение и термическая обработка металлов. – 1985. – № 4. – С. 12-15.
4. Леонтьев П.А. Лазерная поверхностная термообработка металлов и сплавов / П.А. Леонтьев, М.Ж. Хан, Н.Т. Чеканова. – М.: Металлургия, 1986 – 142 с.
5. Коцюбинский О.Ю. Оценка технологических возможностей термообработки с применением непрерывных газовых лазеров. // Металловедение и термическая обработка металлов. – 1980. – № 1. – С. 21-26.

ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИЕ НАУКИ

ОЦЕНКА ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТАБЛЕТОК МЕЛОКСИКАМ

Сагиндыкова Б.А.

Южно-Казахстанская государственная фармацевтическая академия, г. Шымкент, Доктор фармацевтических наук, Профессор

Омарбекова А.А.

Южно-Казахстанская государственная фармацевтическая академия, г. Шымкент

STUDIES OF THE BIOLOGICAL EQUIVALENCE OF TABLETS MELOXICAM

Sagindykova B.A., South Kazakhstan state pharmaceutical academy in Shymkent, Doctor of pharmaceutical sciences, Professor

Omarbekova A.A., South Kazakhstan state pharmaceutical academy, Shymkent

АННОТАЦИЯ

Цель данного исследования - изучение биологической эквивалентности таблеток мелоксикама, выпущенные разными производителями. Проведены исследования дженериковых таблеток мелоксикама в сравнении с оригинальным препаратом. При этом изучен сравнительный состав вспомогательных веществ, их количество, анализ показателей качества таблеток.

ABSTRACT

The purpose of this study is to examine the equivalence of biological tablets of meloxicam, issued by different manufacturers. Carried out research of generic tablets of meloxicam by original drug. At the same time examined comparative formulation of excipients, their quantity, analysis of indexes of the quality of tablets.

Ключевые слова: мелоксикам, дженерик, таблетки, биоэквивалентность, разные производители, вспомогательные вещества, оригинальный препарат.

Keywords: meloxicam, generic, tablets, bioequivalence, different manufacturers, excipients, original drug.

Постановка проблемы. В современном фармацевтическом рынке мира большой удельный вес принадлежит воспроизведенным (дженерики) препаратам. Дженериковые препараты особенно часто применяются при социально-значимых и наиболее широко распространенных заболеваниях. Во всем мире наблюдается высокая заинтересованность в дженериках.

Анализ последних исследований и публикаций. Государственный и страховой бюджет стран членов ЕС в 2009 году за счет использования дженериковых препаратов сэкономил около 30 млрд. евро [1]. В непатентованном сегменте фармацевтического рынка США доля дженериковых препаратов, отпускаемых по рецепту, составило примерно 90%, это дало государству экономию в 121 млрд. долларов [2].

Фармацевтический рынок России развивается за счет дженериков, по разным данным их доля составляет от 78 до 95% [3]. В Республике Казахстан дженериковые препараты также занимают до 90% всего фармацевтического рынка страны.

Сложившаяся ситуация обеспечения надежного контроля идентичности действия дженериков требует необходимости с оригинальными препаратами и проведения исследований по определению их взаимозаменяемости, является одной из важнейших задач фармацевтической промышленности, т.к. эффективность, безопасность, а также выраженность побочных эффектов, воспроизведенных лекарственных препаратов могут существенно различаться. Основными причинами различия дженериков и оригинального препарата заключаются в

отличии технологии производства, используемых вспомогательных веществах, свойствах субстанций, упаковке препарата, условиях его хранения, транспортировке и т.п. [3].

Ввиду большого количества доступных лекарственных средств на фармацевтическом рынке эквивалентность воспроизведенных лекарственных препаратов является достаточно серьезной проблемой [4].

Фармацевтическая характеристика лекарственных средств определяет его продвижение в процессе обращения, а доклинические и клинические исследования проводятся, как правило, разово и редко повторяются после регистрации лекарственного средства, поэтому качество дженериков для фармацевтической отрасли имеет первостепенное значение [5].

Качество лекарственных препаратов оценивают фармакопейными методами, описанными в соответствующей нормативной документации (НД).

Однако различия в составе вспомогательных веществ, производственном процессе может привести к различиям в терапевтической эффективности. В связи с этим возникает понятие биологической эквивалентности [5].

Цель исследования. Сравнительный анализ фармацевтических характеристик таблеток Мовалис и его дженериков.

Изложение основного материала. Нами проводятся исследования по изучению фармацевтической эквивалентности таблеток Мовалис (Германия) и его дженерических аналогов: Мелоксикам

(Россия), Месипол (Польша) и Ревмоксикам (Украина) по 7,5 мг, применяемых при симптоматическом лечении остеоартроза, ревматоидного артрита, анкилозирующего спондилоартрита (болезнь Бехтерева) и других воспалительных и дегенеративных заболеваний, сопровождающихся болевым синдромом.

Активное вещество в исследуемых таблетках является мелоксикам, который относится к группе оксикамов.

На все исследуемые таблетки мелоксикам в Республике Казахстан зарегистрированы Временные Аналитические Документы (ВАНД).

На первом этапе исследований нами проведена сравнительная оценка составов таблеток мелоксикам, выпущенных разными производителями по Временным Аналитическим Нормативным Документам. Сравнительный анализ составов таблеток Мовалис и его дженериков представлен в таблице 1.

Таблица 1

Сравнительный анализ состава таблеток Мелоксикам

Наименование таблетки	Страна, производитель	Состав 1 таблетки
Мовалис	Германия ВАНД РК 42-1313-10	Активное вещество: мелоксикама 7,5 мг Вспомогательные вещества: Натрия цитрат 15, Лактозы моногидрат 23,500 Кремния диоксид коллоидный безводный 3,500 Кросповидон 16,300 Магния стеарат 1,700 Целлюлоза микрокристаллическая 102,000 Повидон К 25 10,500
Мелоксикам	Россия ВАНД РК 42-4454-12	Активное вещество: мелоксикама 7,5 мг Вспомогательные вещества: Натрия цитрат 22,5 Лактозы моногидрат (сахар молочный) 115,5 Кремния диоксид коллоидный 5,4 Поливинилпирролидон низкомолекулярный медицинский 4,5 Кросповидон 7,5 Кальция стеарат 2,5 Крахмал картофельный 81,9 Тальк 2,7
Месипол	Польша ВАНД РК 42-3390-11	Активное вещество: мелоксикама 7,5 мг Вспомогательные вещества: Натрия цитрат 10,00 Лактозы моногидрат (Таблеттоза 80) 43,00 Кремния диоксид коллоидный 0,80 Магния стеарат 0,80 Целлюлоза микрокристаллическая (Авицел РН 102) 66,40 Крахмал кукурузный 10,00 Крахмал прежелатинизированный 9,50
Ревмоксикам	Украина ВАНД РК 42-3246-11	Активное вещество: мелоксикама 7,5 мг Вспомогательные вещества: Натрия цитрат 1,20 Лактозы моногидрат 92,34 Кремния диоксид коллоидный безводный (аэросил) 1,20 Магния стеарат 1,20 Целлюлоза микрокристаллическая 12,00 Кросповидон 1,20 Повидон 3,36

Как видно из таблицы 1, в составах таблеток Мелоксикам отмечаются некоторые различия. В составе таблеток Мелоксикам 7,5 мг (Россия), в отличие от оригинального препарата Мовалис (Германия), магния стеарат заменен на кальция стеарат, исключена микрокристаллическая целлюлоза, но введен крахмал картофельный и тальк.

В таблетках Месипол (Польша) исключены такие вспомогательные вещества как кросповидон и

повидон, но введены крахмал кукурузный и крахмал прежелатинизированный.

В таблетках Ревмоксикам (Украина) состав вспомогательных веществ сохранен, однако количество вспомогательных веществ уменьшено, что является положительным решением в технологическом и физиологическом отношении.

Во всех изучаемых образцах таблеток Мелоксикам использованы разные количества вспомогательных веществ, что является основным различием, и это повлияло на средний вес таблеток. Таблетки выпускаются с разным средним весом при

сохранении одинаковой дозы лекарственного вещества- мелоксикама 7.5 мг.

Далее нами проведен сравнительный анализ показателей качества таблеток по соответствующим ВАНД. Результаты приведены в таблице 2.

Таблица 2

Фармацевтическая характеристика таблеток мелоксикам

№	Показатели качества	Мовалис	Мелоксикам	Месипол	Ревмоксикам
1	Описание	Круглые таблетки от бледно-желтого цвета до лимонно-желтого цвета. Поверхность таблеток может быть шероховатой.	Таблетки светло-желтого цвета, плоскоцилиндрической формы с риской и фаской	Таблетки желтого цвета, круглой формы, с плоской поверхностью, с риской на одной стороне, диаметром от 6.8 до 7.2 мм.	Таблетки желтого цвета, с плоской поверхностью, фаской и риской. На поверхности таблеток допускается мраморность
2	Идентификация (определение подлинности)	Высокоэффективная жидкостная хроматография, тонкослойная хроматография	Абсорбционная спектрофотометрия, высокоэффективная жидкостная хроматография	Высокоэффективная жидкостная хроматография	Абсорбционная спектрофотометрия, тонкослойная хроматография
3	Средняя масса и однородность массы	180.0 мг±5%	250 мг±5%	152.0 до 168.0 мг±7.5%	120.0 мг±5%
4	Распадаемость, мин	Не более 5 мин в воде с использованием дисков		Не более 15 мин в воде	Не более 15 мин в воде
5	Потеря в массе при высушивании	Не более 7.5%			
6	Твердость, Н	Не менее 50Н			
7	Истираемость			Не более 1%	Не более 1%
8	Родственные примеси: -2-амино-5-метилтиазол	Не более 0.15%			Не более 0.15%
	-единичная неидентифицируемая примесь		Не более 0.2%	Не более 0.2%	Не более 0.2%
	-сумма примесей	Не более 0.5%	Не более 0.5%	Не более 0.6%	Не более 0.5%
	-любая неидентифицируемая примесь	Не более 0.2%			
	-примесь А			Не более 0.1%	
	-примесь В			Не более 0.1%	
	-примесь С			Не более 0.1%	
9	Растворение	Не менее 65.0%	Не менее 75.0%	Не менее 80%	Не менее 75.0%
10	Время растворения	30 мин	45 мин	30 мин	45 мин
11	Количественное определение- мелоксикама	7.13-7.88 мг/табл. Или 14.25-15.75 мг/табл	6.75-8.25 мг/табл. Или 13.88-16.13 мг/табл	7.13-7.88 мг/табл. Или 14.25-15.75 мг/табл	6.75-8.25 мг/табл. Или 13.88-16.13 мг/табл
12	Срок хранения	3 года	3 года	3 года	2 года

В результате сравнительного изучения выявлено, что более полное описание внешнего вида приведено для таблеток Мовалис, где представлена

более полная характеристика: описание логотипа фирмы, диаметр, высота таблеток. В описании таб-

леток Месипол также приведены данные о диаметре таблеток, но не указана высота таблеток. Описание таблеток Мелоксикам и Ревмоксикам содержат недостаточную характеристику препаратов, не указаны данные по диаметру и высоте таблеток. По показателю средней массы таблетки имеют существенные различия от 120 мг (Ревмоксикам) до 250 мг (Мелоксикам).

В таблетках Мелоксикам не определяется распадаемость таблеток. Твердость, потеря в массе при высушивании контролируются только в таблетках Мовалис, а в других образцах эти показатели не определяются. Определение истираемости проводится в таблетках Месипол и Ревмоксикам, а в других двух образцах не определяется. По тесту «Растворение» также имеются различия: в таблетках Мовалис растворение составляет не менее 65%, в Месиполе не менее 80%, Мелоксикам и Ревмоксикам не менее 75%, время растворения оригинального препарата и Месипола-30 минут, для двух других образцов составляет 45 минут. Производитель Ревмоксикама (Украина) устанавливает более низкий срок хранения-2 года, тогда как другими производителями определен срок хранения- 3 года.

Выводы и предложения. Изучены составы и показатели качества оригинального препарата таблеток Мовалис (Германия) и его дженериковых аналогов таблеток: мелоксикам (Россия), месипол

(Польша), ревмоксикам (Украина) по данным представленным в ВАНД, зарегистрированных в Республике Казахстан. Полученные результаты используются для дальнейшей оценки фармацевтической эквивалентности таблеток мелоксикам.

Литература

1. Ишмухамедов А. Генерическая экспансия на фармрынке ЕС / А. Ишмухамедов // Ремедиум.-2011.-№1.-С. 8-13
2. Уварова Ю. Европейский рынок дженериков / Ю. Уварова // Ремедиум.-2010.-№4.-С. 23-26
3. Юргель Н.В., 2009; Якусевич В.В., Воскобойников, И.В. Современные вспомогательные вещества в производстве таблеток. Использование высокомолекулярных соединений для совершенствования лекарственных форм и оптимизации технологического процесса / И.В. Воскобойников, С.Б. Авакян, Т.А. Сокольская и др. // ХФЖ.-2005.-Т.39, №1.-С.22-28.
4. Петрова Е. Рынок дженериков/Е.Петрова//Ремедиум.-2008.№10-С.30-32
5. Арзамасцев, А. П. Эквивалентность воспроизведенных лекарственных средств: фармацевтические аспекты / А. П. Арзамасцев, В. Л. Дорофеев// Ведомости НЦЭСМП. – 2007. - № 1. – С. 6-11.

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

ИССЛЕДОВАНИЕ АСИМПТОТИКИ РЕШЕНИЙ ЛИНЕЙНЫХ ОБЫКНОВЕННЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ ВТОРОГО ПОРЯДКА НА ПОЛУОСИ

Наимов А.Н.

Вологодский институт права и экономики,

Вологодский государственный университет

THE INVESTIGATION OF THE ASYMPTOTICS OF SOLUTIONS OF SECOND ORDER LINEAR ORDINARY DIFFERENTIAL EQUATIONS ON THE HALF-AXIS

Naimov A.N., *φVologda Institute of Law and Economics, Vologda State University*

АННОТАЦИЯ

В статье исследована асимптотика решений одного класса обыкновенных дифференциальных уравнений второго порядка с переменными коэффициентами на правой полуоси. Доказано, что если коэффициент уравнения непрерывен и ограничен на правой полуоси и, кроме того, при больших значениях аргумента отделен от нуля с положительным знаком, то решения рассматриваемого уравнения при больших значениях аргумента экспоненциально возрастают или убывают. В том случае, когда коэффициент уравнения обладает свойством монотонности или близок к монотонной функции, выведена асимптотика решений при больших значениях аргумента. Полученные асимптотики ранее были известны при условиях дифференцируемости коэффициента уравнения.

ABSTRACT

In this paper is investigated the asymptotics of solutions of a class of ordinary differential equations of second order with variable coefficients on the right half-axis. It is proved that if the equation coefficient continuous and bounded on the right half-axis and, in addition, for large values of the argument is separated from zero with a positive sign, then solutions of the considered equation for large values of the argument exponential increase or decrease. In the case where the coefficient is monotonic or nearly monotonic, proved the asymptotic formulas for solutions. The obtained asymptotic formulas was previously known under conditions of differentiability of the coefficient of the equation.

Ключевые слова: ограниченность и неограниченность решения, асимптотическая формула.

Keywords: boundedness and unboundedness of solutions, asymptotic formula.

Статья посвящена исследованию асимптотики решений линейных обыкновенных дифференциальных уравнений вида

$$y'' - q(x)y = 0, \quad 0 < x < +\infty \quad (1)$$

где $q(x)$ - непрерывная и положительная на полуоси $[0, +\infty)$ функция, удовлетворяющая условию

$$0 < \liminf_{x \rightarrow +\infty} q(x) < +\infty. \quad (2)$$

Асимптотика решений уравнений вида (1) при $x \rightarrow +\infty$ более подробно исследована в книге [1], где в большинстве случаев предполагается дифференцируемость функции $q(x)$. Здесь доказыва-ется, что если функция $q(x)$ ограничена и монотонна или близка к монотонной, то асимптотику решений уравнения (1) можно выводить без

$$q_1 \leq \liminf_{x \rightarrow +\infty} \frac{|y'(x)|}{|y(x)|} \leq \overline{\lim}_{x \rightarrow +\infty} \frac{|y'(x)|}{|y(x)|} \leq q_2, \quad (3)$$

где $q_1 = \liminf_{x \rightarrow +\infty} \sqrt{q(x)}, \quad q_2 = \overline{\lim}_{x \rightarrow +\infty} \sqrt{q(x)}$;

предположения о дифференцируемости $q(x)$. Этим самым можно охватить более широкий класс уравнений вида (1), для решений которых можно определить их поведение при $x \rightarrow +\infty$.

Для уравнения (1) обозначим через $M_b(q)$ множество ненулевых ограниченных решений, а через $M_n(q)$ множество неограниченных решений.

Справедливы следующие теоремы.

Теорема 1. Пусть выполнено условие (2). Тогда

а) множества $M_b(q), M_n(q)$ непустые;

б) для любого ненулевого решения $y(x)$ уравнения (1) имеют места неравенства

в) если $q(x) \rightarrow \alpha^2$ при $x \rightarrow +\infty$, где $0 < \alpha < +\infty$, то для любого решения $y(x) \in M_b(q)$ $y'(x)/y(x) \rightarrow -\alpha$ при $x \rightarrow +\infty$, а для любого решения $y(x) \in M_n(q)$ $y'(x)/y(x) \rightarrow \alpha$ при $x \rightarrow +\infty$;

г) для любого ненулевого решения $y(x)$ уравнения (1) при любом $\varepsilon \in (0, q_1)$ существуют положительные числа $A_\varepsilon, B_\varepsilon$ такие, что

$$A_\varepsilon e^{-(q_2+\varepsilon)x} \leq |y(x)| \leq B_\varepsilon e^{-(q_1-\varepsilon)x} \text{ при } x \geq 0, \text{ если } y(x) \in M_b(q), \quad (4)$$

$$A_\varepsilon e^{(q_1-\varepsilon)x} \leq |y(x)| \leq B_\varepsilon e^{(q_2+\varepsilon)x} \text{ при } x \geq 0, \text{ если } y(x) \in M_n(q). \quad (5)$$

Теорема 2. Пусть $q(x) \rightarrow \alpha^2$ при $x \rightarrow +\infty$, где $0 < \alpha < +\infty$, и пусть существует непрерывная функция $q_0(x)$ такая, что

$$q_0(x) = q_0(0) + \int_0^x r_0(s) ds \text{ при } x \geq 0, \text{ где } \int_0^{+\infty} |r_0(s)| ds < +\infty \quad (6)$$

$$\int_0^{+\infty} |\sqrt{q(s)} - q_0(s)| ds < +\infty. \quad (7)$$

Тогда для любого ненулевого решения $y(x)$ уравнения (1) имеет место следующая асимптотическая формула

$$y(x) = e^{\sigma \int_0^x \sqrt{q(s)} ds} (C + o(1)) \text{ при } x \rightarrow +\infty, \quad (8)$$

где C - постоянное, $C \neq 0$, σ равно -1 , если $y(x) \in M_b(q)$, и равно 1 , если $y(x) \in M_n(q)$. В частности имеем:

1) если существует непрерывная, монотонная и положительная функция $\tilde{q}(x)$, удовлетворяющая условию

$$\int_0^{+\infty} |q(s) - \tilde{q}(s)| ds < +\infty, \quad (9)$$

то функция $q_0(x) = \int_x^{x+1} \sqrt{\tilde{q}(s)} ds$ удовлетворяет условиям (6) и (7);

2) если функция $q(x)$ представима в виде

$$q(x) = \alpha^2 + \frac{2\gamma}{x} + r(x), \quad (10)$$

где α, γ - постоянные, $\alpha > 0$, $\int_0^{+\infty} |r(s)| ds < +\infty$, то для любого ненулевого решения $y(x)$ уравнения (1) имеет место асимптотическая формула

$$y(x) = e^{\sigma \alpha x} x^{\sigma \gamma} (C_0 + o(1)) \text{ при } x \rightarrow +\infty, \quad (11)$$

где C_0 - постоянное, $C_0 \neq 0$.

Доказательство теоремы 1. Введем следующие обозначения: $z(x, a)$ - решение уравнения (1), удовлетворяющее начальным условиям

$z(0, a) = 1, z'(0, a) = a$, где a - вещественное число, $A_+ = \{a : z(x, a), z'(x, a) \rightarrow +\infty \text{ при } x \rightarrow +\infty\}$

$x \rightarrow +\infty \}$,
 $A_- = \{a: z(x, a), z'(x, a) \rightarrow -\infty$ при $x \rightarrow +\infty \}$. Очевидно, $A_+ \cap A_- = \emptyset$.

Лемма 1. Множества A_+ , A_- непустые, открытые, и A_+ ограничено снизу, а A_- ограничено сверху.

Если $a \leq -1 - \max\{q(x): 0 \leq x \leq 1\}$, то

$$z'(x, a) = a + \int_0^x q(s)z(s, a)ds \leq a + \int_0^x q(s)ds \leq a + \max\{q(x): 0 \leq x \leq 1\} < 0 \text{ при } 0 \leq x \leq 1,$$

$$z(1, a) = 1 + \int_0^1 z'(s, a)ds \leq 1 + a + \max\{q(x): 0 \leq x \leq 1\} \leq 0,$$

отсюда, $z'(x, a) < 0$, $z(x, a) < 0$ при $x > 1$ и $z(x, a), z'(x, a) \rightarrow -\infty$ при $x \rightarrow +\infty$. Значит, множество A_- непустое и ограничено сверху, а множество A_+ ограничено снизу.

Если $a \in A_+$, то при некотором x_0 $z'(x_0, a) > 0$, $z(x_0, a) > 0$. В силу непрерывной зависимости решения $z(x, a)$ от параметра a , для всех \tilde{a} из некоторой малой окрестности точки a также имеют место неравенства $z'(x_0, \tilde{a}) > 0$, $z(x_0, \tilde{a}) > 0$, отсюда $z(x, \tilde{a}), z'(x, \tilde{a}) \rightarrow +\infty$ при $x \rightarrow +\infty$, следовательно, $\tilde{a} \in A_+$. Значит, множество A_+ открыто. Аналогичным образом проверяется открытость множества A_- . Лемма 1 доказана.

Из леммы 1, в частности, вытекает, что множество $M_n(q)$ непустое. Заметим, что любое решение $y(x) \in M_n(q)$ может обращаться ноль только в одной точке.

Пусть $a_* = \inf A_+$. Тогда $a_* \notin A_+ \cup A_-$. Действительно, случай $a_* \in A_+$ невозможен в силу выбора a_* и открытости A_+ . Если $a_* \in A_-$, то, с одной стороны, в силу открытости A_- точка a_* входит в A_- с некоторой своей окрестностью, а с другой стороны, в любой окрестности a_* найдется точка из A_+ , что противоречит равенству $A_+ \cap A_- = \emptyset$.

Из $a_* \notin A_+ \cup A_-$ вытекает, что $z(x, a_*) > 0$, $z'(x, a_*) < 0$ при $x \geq 0$. Следовательно, $z(x, a_*) \in M_b(q)$ и множество $M_b(q)$ непустое. Утверждение а) доказано.

Доказательство. Пусть $a \geq 0$. Тогда в силу уравнения (1) и положительности $q(x)$ имеем $z'(x, a) > 0$, $z(x, a) > 0$ при $x > 0$, отсюда, с учетом условия (2), $z(x, a), z'(x, a) \rightarrow +\infty$ при $x \rightarrow +\infty$. Следовательно, A_+ непустое и $[0, +\infty) \subset A_+$.

Из утверждения а) следует, что $M_b(q) = \{cz(x, a_*): c - \text{вещественное, } c \neq 0\}$.

Для доказательства утверждения б), не теряя общности, можно считать, что $q_2 < +\infty$. Зададим $\varepsilon \in (0, q_1)$ и выберем $x_1 > 0$ так, чтобы при $x > x_1$ выполнялись неравенства $q_1 - \varepsilon < \sqrt{q(x)} < q_2 + \varepsilon$.

Пусть $y(x) \in M_b(q)$. Тогда для $v(x) = y'(x)/y(x)$ имеем: $v(0) = a_* < 0$, $v(x) < 0$, $v'(x) = q(x) - v^2(x)$. Покажем, что $v(x) \leq -(q_1 - \varepsilon)$ при $x > x_1$, (12)
 $v(x) \geq -(q_2 + \varepsilon)$ при $x > x_1$. (13)

Если (12) неверно, то при некотором $x_2 > x_1$ имеет место неравенство $v(x_2) > -(q_1 - \varepsilon)$, отсюда,

$$v'(x_2) = q(x_2) - v^2(x_2) > (q_1 - \varepsilon)^2 - v^2(x_2) > 0$$

$$, v'(x) = q(x) - v^2(x) > (q_1 - \varepsilon)^2 - v^2(x_2) > 0$$

при $x > x_2$. Последнее противоречит отрицательности функции $v(x)$.

Предположим, что (13) неверно. Тогда при некотором $x_2 > x_1$ имеем неравенство $v(x_2) < -(q_2 + \varepsilon)$, отсюда,
 $v'(x_2) = q(x_2) - v^2(x_2) < (q_2 + \varepsilon)^2 - v^2(x_2) < 0$
 $v'(x) = q(x) - v^2(x) < (q_2 + \varepsilon)^2 - v^2(x_2) = -\beta < 0$
 при $x > x_2$, $v(x) \leq v(x_2) - \beta(x - x_2)$, $x > x_2$,

$$\int_{x_2}^{+\infty} \frac{q(s)}{v^2(s)} ds \leq \int_{x_2}^{+\infty} \frac{q(s)}{(|v(x_2)| + \beta(s - x_2))^2} ds < +\infty$$

Но, с другой стороны,

$$\int_{x_2}^{+\infty} \frac{q(s)}{v^2(s)} ds = \int_{x_2}^{+\infty} \left(\frac{v'(s)}{v^2(s)} + 1 \right) ds = \lim_{x \rightarrow +\infty} \left(\frac{1}{v(x_2)} - \frac{1}{v(x)} + x - x_2 \right) = +\infty.$$

Пришли к противоречию. Следовательно, (13) Из (12) и (13) вытекает, что при любом $\varepsilon \in (0, q_1)$ справедливы неравенства

$$-(q_2 + \varepsilon) \leq \liminf_{x \rightarrow +\infty} v(x) \leq \overline{\lim}_{x \rightarrow +\infty} v(x) \leq -(q_1 - \varepsilon)$$

Устремляя ε к нулю, получим

$$-q_2 \leq \liminf_{x \rightarrow +\infty} \frac{y'(x)}{y(x)} \leq \overline{\lim}_{x \rightarrow +\infty} \frac{y'(x)}{y(x)} \leq -q_1 \text{ для } y(x) \in M_b(q), \quad (14)$$

т.е. неравенства (3) верны для $y(x) \in M_b(q)$.

Пусть $y(x) \in M_n(q)$ и $y(x) \neq 0$ при $x > x_0 > x_1$. Тогда для $v(x) = y'(x)/y(x)$ при $x > x_0$ имеем $v(x) > 0$, $v'(x) = q(x) - v^2(x)$. Повторяя рассуждения, проведенные при доказательстве неравенств (12), (13), можно показать, что $q_1 - \varepsilon \leq v(x) \leq q_2 + \varepsilon$ при $x > x_0$. Отсюда, для любого $\varepsilon \in (0, q_1)$ $q_1 - \varepsilon \leq \liminf_{x \rightarrow +\infty} v(x) \leq \overline{\lim}_{x \rightarrow +\infty} v(x) \leq q_2 + \varepsilon$, и,

устремляя ε к нулю, получим

$$q_1 \leq \liminf_{x \rightarrow +\infty} \frac{y'(x)}{y(x)} \leq \overline{\lim}_{x \rightarrow +\infty} \frac{y'(x)}{y(x)} \leq q_2 \text{ для } y(x) \in M_n(q). \quad (15)$$

Утверждение б) доказано.

Пусть $q(x) \rightarrow \alpha^2$ при $x \rightarrow +\infty$. Тогда $q_1 = q_2 = \alpha$ и для $y(x) \in M_b(q)$ в силу (14) имеем $y'(x)/y(x) \rightarrow -\alpha$ при $x \rightarrow +\infty$, а для $y(x) \in M_n(q)$ в силу (15) $y'(x)/y(x) \rightarrow \alpha$ при $x \rightarrow +\infty$. Утверждение в) верно.

Из (14) следует, что для $y(x) \in M_b(q)$ при любом $\varepsilon \in (0, q_1)$ имеют место неравенства $-(q_2 + \varepsilon) \leq y'(x)/y(x) \leq -(q_1 - \varepsilon)$ при $x > x_\varepsilon$. Отсюда

$$-(q_2 + \varepsilon)(x - x_\varepsilon) \leq \ln \left| \frac{y(x)}{y(x_\varepsilon)} \right| \leq -(q_1 - \varepsilon)(x - x_\varepsilon), \quad x > x_\varepsilon,$$

$$|y(x_\varepsilon)| e^{(q_2 + \varepsilon)x_\varepsilon} e^{-(q_2 + \varepsilon)x} \leq |y(x)| \leq |y(x_\varepsilon)| e^{(q_1 - \varepsilon)x_\varepsilon} e^{-(q_1 - \varepsilon)x}, \quad x > x_\varepsilon,$$

Теперь, полагая

$$A_\varepsilon = \min_{0 \leq s \leq x_\varepsilon} |y(s)| e^{(q_2 + \varepsilon)s}, \quad B_\varepsilon = \max_{0 \leq s \leq x_\varepsilon} |y(s)| e^{(q_1 - \varepsilon)s},$$

получим (4).

Если $y(x) \in M_n(q)$, то при любом $\varepsilon \in (0, q_1)$ в силу (15) имеем $q_1 - \varepsilon \leq y'(x)/y(x) \leq q_2 + \varepsilon$ при $x > x_\varepsilon$, отсюда

$$|y(x_\varepsilon)| e^{-(q_1 - \varepsilon)x_\varepsilon} e^{(q_1 - \varepsilon)x} \leq |y(x)| \leq |y(x_\varepsilon)| e^{-(q_2 + \varepsilon)x_\varepsilon} e^{(q_2 + \varepsilon)x}, \quad x > x_\varepsilon,$$

полагая

$$A_\varepsilon = \min_{0 \leq s \leq x_\varepsilon} |y(s)| e^{-(q_1 - \varepsilon)s}, \quad B_\varepsilon = \max_{0 \leq s \leq x_\varepsilon} |y(s)| e^{-(q_2 + \varepsilon)s},$$

получим (5). Теорема 1 доказана.

Доказательство теоремы 2. Пусть функция $q_0(x)$ удовлетворяет условиям (6) и (7). Легко проверить, что $q_0(x) \rightarrow \alpha$ при $x \rightarrow +\infty$. Покажем, что

$$\int_0^{+\infty} \left| \frac{y'(s)}{y(s)} + q_0(s) \right| ds < +\infty, \text{ если } y(x) \in M_b(q), \tag{16}$$

$$\int_{x_0}^{+\infty} \left| \frac{y'(s)}{y(s)} - q_0(s) \right| ds < +\infty, \text{ если } y(x) \in M_n(q) \text{ и } y(x) \neq 0 \text{ при } x \geq x_0. \tag{17}$$

Пусть $y(x) \in M_b(q)$. Рассмотрим функцию $w(x) = y'(x)/y(x) + q_0(x)$, $x \geq 0$. Для функции $w(x)$ имеем

$$w'(x) + p(x)w(x) = f(x), \quad x > 0, \tag{18}$$

где $p(x) = w(x) - 2q_0(x)$, $f(x) = q(x) - q_0^2(x) + r_0(x)$. Заметим, что

$$p(x) \rightarrow -2\alpha \text{ при } x \rightarrow +\infty, \tag{19}$$

так как $w(x) \rightarrow 0$ при $x \rightarrow +\infty$ (согласно тереме 1), и

$$\int_0^{+\infty} |f(s)| ds < +\infty \text{ (в силу условий (6) и (7)).} \tag{20}$$

Интегрируя уравнение (18) находим

$$w(x) = e^{-\int_0^x p(\tau) d\tau} \left(w(0) + \int_0^x f(s) e^{\int_0^s p(\tau) d\tau} ds \right).$$

Так как $w(x) \rightarrow 0$ и $-\int_0^x p(\tau) d\tau \rightarrow +\infty$ при $x \rightarrow +\infty$, поэтому

$$w(0) + \int_0^x f(s) e^{\int_0^s p(\tau) d\tau} ds \rightarrow 0 \text{ при } x \rightarrow +\infty,$$

отсюда,

$$w(0) = - \int_0^{+\infty} f(s) e^{\int_0^s p(\tau) d\tau} ds, \quad w(x) = - \int_x^{+\infty} f(s) e^{\int_x^s p(\tau) d\tau} ds,$$

$$\int_0^{+\infty} |w(x)| dx \leq \int_0^{+\infty} \left(\int_x^{+\infty} |f(s)| e^{\int_x^s p(\tau) d\tau} ds \right) dx = \int_0^{+\infty} \left(\int_0^s e^x dx \right) |f(s)| ds.$$

Выберем $x_1 > 0$ так, чтобы при $s > x_1$ выполнялось неравенство $p(s) < -\alpha$ (такое x_1 существует в силу (19)). Тогда при $s > x_1$ имеем:

$$\int_0^s \int e^x dx = \int_0^{x_1} \int p(\tau) d\tau dx e^{x_1} + \int_{x_1}^s \int p(\tau) d\tau dx \leq \int_0^{x_1} \int p(\tau) d\tau dx + \frac{1}{\alpha}.$$

Следовательно, $\int_0^{+\infty} |w(s)| ds \leq \left(\int_0^{x_1} \int p(\tau) d\tau dx + \frac{1}{\alpha} \right) \int_0^{+\infty} |f(s)| ds < +\infty$, т.е. (16) верно.

Пусть $y(x) \in M_n(q)$ и $y(x) \neq 0$ при $x \geq x_0$. Для функции $\tilde{w}(x) = \frac{y'(x)}{y(x)} - q_0(x)$, $x \geq x_0$ имеем: $\tilde{w}(x) \rightarrow 0$ при $x \rightarrow +\infty$ (согласно теореме 1), $\tilde{w}'(x) + \tilde{p}(x)\tilde{w}(x) = f(x)$, $x \geq x_0$, где $\tilde{p}(x) = \tilde{w}(x) + 2q_0(x)$, $\tilde{p}(x) \rightarrow 2\alpha$ при $x \rightarrow +\infty$. Отсюда находим

$$\tilde{w}(x) = e^{-\int_{x_0}^x \tilde{p}(\tau) d\tau} \left(\tilde{w}(x_0) + \int_{x_0}^x f(s) e^{\int_{x_0}^s \tilde{p}(\tau) d\tau} ds \right)$$

$$\int_{x_0}^{+\infty} |\tilde{w}(x)| dx \leq \int_{x_0}^{+\infty} e^{-\int_{x_0}^x \tilde{p}(\tau) d\tau} dx \left(|\tilde{w}(x_0)| + \int_{x_0}^{+\infty} \left(\int_{x_0}^x |f(s)| e^{\int_{x_0}^s \tilde{p}(\tau) d\tau} ds \right) dx \right)$$

Выберем $x_1 > x_0$ так, чтобы $\tilde{p}(x) > \alpha$ при $x > x_1$. Тогда

$$\int_{x_1}^{+\infty} e^{-\int_{x_1}^x \tilde{p}(\tau) d\tau} dx \leq \int_{x_1}^{+\infty} e^{-\alpha(x-x_1)} dx = \frac{1}{\alpha}$$

$$\int_{x_1}^{+\infty} \left(\int_{x_1}^x |f(s)| e^{\int_{x_1}^s \tilde{p}(\tau) d\tau} ds \right) dx = \int_{x_1}^{+\infty} \left(\int_s^{+\infty} e^{\int_s^x \tilde{p}(\tau) d\tau} dx \right) |f(s)| ds \leq$$

$$\leq \int_{x_1}^{+\infty} \left(\int_s^{+\infty} e^{-\alpha(x-s)} dx \right) |f(s)| ds = \frac{1}{\alpha} \int_{x_1}^{+\infty} |f(s)| ds < +\infty.$$

Следовательно, $\int_{x_0}^{+\infty} |\tilde{w}(s)| ds < +\infty$, т.е. (17) верно.

Теперь докажем, что из (16) и (17) следует асимптотическая формула (8). Пусть $y(x) \in M_b(q)$. Для функции $u(x) = y(x) \exp\left(\int_0^x \sqrt{q(s)} ds\right)$ справедливо тождество

$$u'(x) = u(x) \left(\frac{y'(x)}{y(x)} + \sqrt{q(x)} \right),$$

отсюда, $u(x) = u(0) \exp\left(\int_0^x \left(\frac{y'(s)}{y(s)} + \sqrt{q(s)} \right) ds\right)$. Но, в силу (6) и (7),

$$\int_0^{+\infty} \left| \frac{y'(s)}{y(s)} + \sqrt{q(s)} \right| ds \leq \int_0^{+\infty} \left| \frac{y'(s)}{y(s)} + q_0(s) \right| ds + \int_0^{+\infty} |\sqrt{q(s)} - q_0(s)| ds < +\infty.$$

Следовательно, существует конечный ненулевой предел

$$\lim_{x \rightarrow +\infty} u(x) = u(0) \exp\left(\int_0^{+\infty} \left(\frac{y'(s)}{y(s)} + \sqrt{q(s)} \right) ds\right) = C.$$

Отсюда вытекает справедливость формулы (8) для $y(x) \in M_b(q)$. В случае $y(x) \in M_n(q)$ формула (8) выводится из (17) аналогичным образом.

Пусть выполнено условие (9). Не теряя общности, можно считать, что функция $\tilde{q}(x)$ возрастающая.

Для функции $q_0(x) = \int_x^{x+1} \sqrt{\tilde{q}(s)} ds$ имеем

$$q_0'(x) = \sqrt{\tilde{q}(x+1)} - \sqrt{\tilde{q}(x)} \geq 0, \quad q_0(x) = q_0(0) + \int_0^x q_0'(s) ds,$$

$$\int_0^{+\infty} |q_0'(s)| ds = q_0(s)|_0^{+\infty} < +\infty, \text{ т.к. функция } q_0(x) \text{ ограничена и возрастает,}$$

$$\int_0^{+\infty} |q_0(x) - \sqrt{\tilde{q}(x)}| dx = \int_0^{+\infty} \left| \int_x^{x+1} (\sqrt{\tilde{q}(s)} - \sqrt{\tilde{q}(x)}) ds \right| dx \leq \int_0^{+\infty} (\sqrt{\tilde{q}(x+1)} - \sqrt{\tilde{q}(x)}) dx = \int_0^{+\infty} q_0'(x) dx < +\infty,$$

отсюда,

$$\int_0^{+\infty} |q_0(x) - \sqrt{q(x)}| dx \leq \int_0^{+\infty} |q_0(x) - \sqrt{\tilde{q}(x)}| dx + \int_0^{+\infty} |\sqrt{\tilde{q}(x)} - \sqrt{q(x)}| dx < +\infty.$$

Следовательно, функция $q_0(x)$ удовлетворяет условиям (6) и (7).

Пусть функция $q(x)$ представима в виде (10). Тогда имеем:

$$\sqrt{q(x)} - \left(\alpha + \frac{\gamma}{x} \right) = \frac{q(x) - \left(\alpha + \frac{\gamma}{x} \right)^2}{\sqrt{q(x)} + \left(\alpha + \frac{\gamma}{x} \right)} = \frac{r(x) - \frac{\gamma^2}{x^2}}{\sqrt{q(x)} + \left(\alpha + \frac{\gamma}{x} \right)} = \tilde{r}(x), \text{ где } \int_1^{+\infty} |\tilde{r}(s)| ds < +\infty,$$

$$\int_1^x \sqrt{q(s)} ds = \int_1^x \left(\alpha + \frac{\gamma}{s} \right) ds + \int_1^x \tilde{r}(s) ds = \alpha x + \gamma \ln x + C_1 + o(1) \text{ при } x \rightarrow +\infty.$$

Если положим $\tilde{q}(x) = \alpha^2 + 2\gamma/x$, то выполнено условие (9), и поэтому для любого ненулевого решения $y(x)$ уравнения (1) верна формула (8):

$$\begin{aligned} y(x) &= e^{\sigma \int_0^x \sqrt{q(s)} ds} (C + o(1)) = e^{\sigma \int_1^x \sqrt{q(s)} ds} (C_2 + o(1)) = e^{\sigma(\alpha x + \gamma \ln x + C_1 + o(1))} (C_2 + o(1)) = \\ &= e^{\sigma(\alpha x + \gamma \ln x)} (C_0 + o(1)) = e^{\sigma \alpha x} x^{\sigma \gamma} (C_0 + o(1)) \text{ при } x \rightarrow +\infty. \end{aligned}$$

Теорема 2 доказана.

Литература

1. Хартман Ф. Обыкновенные дифференциальные уравнения. - Москва: Мир, 1970. - 720 с.

УРАВНЕНИЯ МАКСВЕЛЛА, КАК РЕЗУЛЬТАТ ОТРАЖЕНИЯ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ ЛОРЕНЦА-МИНКОВСКОГО В ПРОТИВОПОЛОЖНОСТИ

Рысин А.В.

Рысин О.В.

АНО «НТИЦ «Техком» г. Москва, радиоинженеры

Бойкачев В.Н.

*АНО «НТИЦ «Техком» г. Москва, директор
кандидат технических наук*

Никифоров И.К.

безработный, г. Чебоксары, кандидат технических наук, доцент

MAXWELL'S EQUATIONS, AS A RESULT OF REFLECTION LORENTZ TRANSFORMATION, MINKOWSKI IN THE OPPOSITE

Rysin A.V.

Rysin O.V.

ANO "STRC" Technical Committee "Moscow, radio engineers

Boykachev V.N., ANO "STRC" Technical Committee "Moscow, director, candidate of technical sciences

Nikiforov I.K., unemployed, Cheboksary, candidate of technical sciences, associate professor

АННОТАЦИЯ

В статье рассматриваются имеющие место парадоксы классических уравнений Максвелла, которые привели в конечном счете к неправильному пониманию природы взаимодействия электромагнитных и гравитационных полей. Это в свою очередь не позволяло понять механизм связи между электромагнитными и гравитационными силами. Предложен и обоснован способ решения указанных ошибок и парадоксов. Это позволило исправить создавшееся положение отдельного независимого существования электромагнитных функций, пси-функций и вектор-потенциалов и преобразований Лоренца-Минковского, а также позволило понять природу их единства.

ABSTRACT

The article deals with the place of classic paradox of Maxwell's equations, which eventually led to a misunderstanding of the nature of the interaction of electromagnetic and gravitational fields. This in turn does not allow to understand the communication mechanism between the electromagnetic and gravitational forces. Proposed and justified way to resolve these errors and paradoxes. This has allowed to correct the situation of a separate independent existence of electromagnetic functions Psi functions and vector potentials and transformations of the Lorentz-Minkowski and helped to understand the nature of their unity.

Ключевые слова: уравнения Максвелла, преобразования Лоренца-Минковского, электродинамика, вектор-потенциал, дивергенция, ротор, градиент.

Keywords: Maxwell equations, converting-Minkowski Lorentz electrodynamics, the vector potential, divergence, curl, gradient.

Максвелл создал свои уравнения на основании того, что увидел асимметрию во взаимном возбуждении электрического и магнитного поля. Отсюда он получил известную формулу:

$$\operatorname{rot} \mathbf{H} = \mathbf{j}_\Sigma + (\partial \mathbf{D} / \partial t). \quad (1)$$

Однако для электрического поля он не смог вывести подобной формулы в силу того, что магнитные заряды не были обнаружены. Поэтому для электрического поля формульная запись приняла вид:

$$\operatorname{rot} \mathbf{E} = -\partial \mathbf{B} / \partial t. \quad (2)$$

Формула (1) без члена $\partial \mathbf{D} / \partial t$ следовала из известного экспериментального закона Био-Савара-Лапласа. А формула (2) – это результат известного экспериментального закона Фарадея. Увидев

$$\partial H_x / \partial y - \partial H_y / \partial x = g_\Sigma v + \partial D_z / \partial t. \quad (3)$$

Здесь g_Σ – плотность электрического заряда,

ассиметрию, Максвелл предположил, что не только переменное магнитное поле возбуждает электрическое поле, но и переменное электрическое поле возбуждает магнитное поле. В итоге ныне под значением $\partial \mathbf{D} / \partial t$ понимается плотность электрического тока смещения $\mathbf{j}_{\Sigma, \Sigma}$. По аналогии значение $-\partial \mathbf{B} / \partial t$ считают плотностью магнитного тока смещения $\mathbf{j}_{\Sigma, \Sigma}$. Однако очевидность этого многие учёные того времени так и не смогли понять вплоть до смерти автора.

Попытаемся выяснить, почему многие учёные так и не смогли понять этот шаг Максвелла? С целью выяснения этого напомним в частных производных формулу (1):

v – скорость. Далее идём на упрощения $dy = dx = c \cdot dt$,

где c – скорость света, а $v = \partial z / \partial t$ – скорость движения зарядов, $H = E \cdot c$. Отсюда имеем:

$$dE_x - dE_y = g_3 dz + dD_z. \quad (4)$$

$$\operatorname{div} \mathbf{D} = \partial D_x / \partial x + \partial D_y / \partial y + \partial D_z / \partial z. \quad (5)$$

Однако в формировании магнитного поля по частным производным не участвуют те составляющие электрического поля, которые направлены также как и магнитное поле, поэтому остаётся только направление по ∂z . В результате получаем:

$$dE_x - dE_y = dD_z + dD_z. \quad (6)$$

А это фактически означало бы удвоение величины dD_z . Но дело в том, что принцип образования значения dD_z до знака сложения – это результат от статического поля заряда при дивергенции, а значение dD_z после знака сложения – это результат от замкнутой величины электрического поля. А дивергенции от замкнутой величины с получением плотности заряда смещения $\dot{j}_{\text{см.э}}$ быть не может, в силу того, что дивергенция от замкнутой величины (ротора) математически даёт ноль. Соответственно в этом случае возникла двойственность (неоднозначность) возникновения магнитного поля. С одной стороны для возникновения замкнутого магнитного поля требовалось движение конкретных электрических зарядов, а с другой стороны для возникновения того же замкнутого магнитного поля требовалось переменное замкнутое электрическое поле, которое самих электрических зарядов в принципе дать не могло. Соответственно этот парадокс и являлся причиной неверия в уравнения Максвелла. Однако он легко разрешается, если причиной возникновения магнитного поля считать изменение (движение) именно вектора электрического поля, но при этом исходить из того, что электрическое поле как объект, принадлежащий мирозданию, состоит из двух противоположностей.

В соответствии с этим уравнение Максвелла отражает типичный пример взаимодействия противоположностей, по которому взаимодействие в виде сложения двух противоположностей с правой

$$\partial H_x / \partial y - \partial H_y / \partial x = ic \partial D_t / \partial z + \partial D_z / \partial t. \quad (8)$$

Иными словами мы приходим к усовершенствованному уравнению Максвелла, предложенному нами впервые в [3]. Отсюда следует, что движение заряда эквивалентно появлению значения

$ic \partial D_t / \partial z$ и $\partial D_z / \partial t$ одновременно. До представления нашей теории [1-3] считалось, что возможно раздельное существование членов \dot{j}_3 и $\partial \mathbf{D} / \partial t$. Поэтому и существовали записи типа:

$$\operatorname{rot} \mathbf{H} = \dot{j}_3 \quad (9)$$

или

Как известно $\operatorname{div} \mathbf{D} = g_3$; та же запись в частных производных:

стороны уравнения Максвелла выражается через замкнутый обмен, что отражает ротор слева. Понятно, что обычное представление электрического поля в одном виде не может дать картину полного взаимодействия между противоположностями, и будет отражать только частный случай. Однако как представить значения dD_z слева и справа от знака сложения в противоположном виде? Здесь надо вспомнить предложенную нами теорию [1, 2] и то, что значение заряда электрического поля это результат изменения по координатам электрического поля, а всякое изменение выражается в дифференцировании или интегрировании. В данном случае – это операция дифференцирования. У нас она связана ещё и с умножением на мнимую единицу $i = (-1)^{1/2}$ как атрибута перехода в противоположность. Тогда уравнение (4) можно записать в виде:

$$dE_x - dE_y = i dD_t + dD_z. \quad (7)$$

Мы здесь также поменяли и обозначение, чтобы не было сомнения, что электрическое поле до и после знака сложения – это противоположности, и имеют разные величины. Соответственно возникает вопрос: «А почему взято обозначение по времени dD_t ?» Ответ достаточно прост. Дело в том, что мы считаем, что электрическое поле как объект мироздания принадлежит своими двумя частями двум глобальным противоположностям, а таких всего две – это пространство и время [1, 2]. Любая иная трактовка означала бы, что электрическое поле либо независимо от нашего мироздания, либо целиком является одной глобальной противоположностью, – а это невозможно в силу того, что это поле изменяется как во времени, так и в пространстве. Если теперь вернуться к исходному уравнению Максвелла, не переходя к понятию электрического тока в виде движущегося заряда, то мы в частных производных при $dy = dx = dz = c \cdot dt$ получим

$$\operatorname{rot} \mathbf{H} = \partial \mathbf{D} / \partial t \quad (10)$$

Однако это не так, в силу того, что причиной возникновения магнитного поля является движение именно нескомпенсированного электрического поля. Собственно это можно увидеть, если рассматривать движение не электронов относительно неподвижных протонов, а движение всего атома целиком. В этом случае атом подобен камню, который испытывает движение. Движение электронов и протонов есть, а магнитное поле не возникает. Аналогичный результат мы наблюдаем и для частных формул (2) и (10). Их правильность проверяют на основе получения движущейся электромагнитной

волны. Но есть проблема с принципом Гюйгенса-Френеля [4], а именно огибание волной препятствия. И здесь "поле в некоторой точке однородной области V_0 свободной от источников и ограниченной произвольной замкнутой поверхностью S , можно рассматривать как результат суперпозиции элементарных *вторичных* сферических волн, которые создаются в этой точке вторичными *фиктивными* источниками, распределёнными с плотностями эквивалентности электрических и магнитных токов на поверхности S ". В соответствии с этим вид уравнений Максвелла приобретает вид:

$$H_1 = -cE = \partial A_x / \partial t + c \partial \Phi / \partial x \quad (13)$$

и

$$H_2 = (1/\mu_0)(\partial A_z / \partial y - \partial A_y / \partial z). \quad (14)$$

Отсюда вопрос: «Что может быть проще приравнивания этих выражений, так как отличие между E и H только на скорость света, и они имеют

$$H_1 = H_2 = \partial A_x / \partial t + c \partial \Phi / \partial x = (1/\mu_0)(\partial A_z / \partial y - \partial A_y / \partial z). \quad (15)$$

Далее необходимо вспомнить Фейнмана [6], так как он заменил Φ на A_t , то есть проекцию век-

$$i\Phi = iA_t = A_4; A_x = A_1; A_y = A_2; A_z = A_3. \quad (16)$$

В итоге имеем:

$$\partial A_x / \partial t + ic \partial A_t / \partial x = (1/\mu_0)(\partial A_z / \partial y - \partial A_y / \partial z). \quad (17)$$

Иными словами, мы получили косвенное подтверждение усовершенствованных уравнений Максвелла, вообще не проводя практически никаких математических изменений кроме приравнивания. О чём это говорит? О том, что усовершенствованные уравнения Максвелла отражают закон взаимного обмена между противоположностями аналогично преобразованиям Лоренца-Минковского. Ведь суть преобразований Лоренца-Минковского именно в том, что движение вызывает изменение между составляющими времени и пространства как противоположностями. Аналогичный закон выражен и в уравнениях Максвелла, если конечно при этом вспомнить, что в соответствии с нашей теорией $\epsilon_0 = u/c$ и $\mu_0 = 1/(uc)$, где величина u отражает среднюю скорость движения в противоположности. На первый взгляд такое представление констант электрической и магнитной проницаемости покажется странным, но это потому, что большинство учёных не учитывает взаимосвязь этих величин с представлением противоположностей в разных системах. А суть в том, что скорость в одной глобальной противоположности (отражающая кинетическую энергию) в другой глобальной противоположности выражает потенциальную энергию в виде массы, а иначе бы противоположностей как таковых бы и не было, если вид одной и той же величины был бы одинаков. Кроме

$$\text{rot } \mathbf{H} = \mathbf{j}_{\text{э.ст}} + \partial \mathbf{D} / \partial t; \quad (11)$$

$$\text{rot } \mathbf{E} = \mathbf{j}_{\text{м.ст}} + \partial \mathbf{B} / \partial t. \quad (12)$$

Здесь $\mathbf{j}_{\text{э.ст}}$ и $\mathbf{j}_{\text{м.ст}}$ сторонние электрические и магнитные плотности токов. Собственно в [5] мы показали, что вид усовершенствованных уравнений Максвелла может быть распространён и на электродинамические потенциалы, которые в частных производных соответствуют практике нахождения электрических и магнитных составляющих в виде:

равный количественный обмен?» Вот именно это в предложенной теории [1-3, 5] мы и сделали! Тогда можем записать

тора A на время. Кроме того, необходимо напомнить, что в квантовой механике были вынуждены ввести скалярный и векторный потенциалы в виде [7]:

того, надо учитывать, что глобальные противоположности в свою очередь имеют зависимую и независимую части, что нашло отражение в четырёхмерном представлении.

Иными словами, мы имеем как минимум четыре системы представления объектов в противоположностях. Учитывая сказанное, а также обратно пропорциональную связь противоположностей, мы значение массы в противоположной системе можем представить как $m = 1/c$, отсюда и получается $\epsilon_0 = u/c = mu$. Аналогичный подход получаем и в отношении к $\mu_0 = 1/(uc)$, но здесь уже $m = c$, и соответственно μ_0 является обратно - пропорциональной величиной к ϵ_0 и ее противоположностью. Более подробно это показано в нашей теории [5].

Многие могут посчитать скорость в противоположности нашей выдумкой. Но тут надо вспомнить, что в электродинамике движение электрона вокруг протона неизбежно приводит к излучению электромагнитного поля с потерей энергии и неизбежным падением электрона на ядро, но в действительности этого не происходит. Не поняв причину этого, Бор ввёл свои постулаты, по которым якобы электронам на определённых дискретных орбитах запрещено излучать. Конечно, объяснить истинную причину введенных запретов он не смог. А суть на

самом деле проста: между противоположностями существует обмен благодаря взаимному излучению, отсюда и идет восполнение потерь за счёт излучения. Но для этого надо, чтобы в противоположности также было движение электрона вокруг протона, и при этом электрон в одной противоположности являлся бы протоном в другой противоположности, и наоборот. Кстати нами в теории [1-3, 5] на основе усовершенствованных уравнений Максвелла было показано, что именно константы электрической и магнитной проницаемостей являются причиной разницы масс.

Мы пока показали сами усовершенствованные уравнения Максвелла, но не показали связь этих уравнений с известными преобразованиями Лоренца-Минковского. Учитывая, что преобразования Лоренца являются частным случаем, и не отражают полного взаимодействия между глобальными противоположностями, мы будем рассматривать соответствие усовершенствованных уравнений

$$\begin{aligned} \mu_0 \partial H_x / \partial t - i\mu_0 c \partial H_t / \partial x &= \partial E_y / \partial z - \partial E_z / \partial y; \\ \varepsilon_0 \partial E_x / \partial t - i\varepsilon_0 c \partial E_t / \partial x &= \partial H_y / \partial z + \partial H_z / \partial y. \end{aligned} \quad (18)$$

$$\text{Здесь} \quad D = \varepsilon_0 E, \quad B = \mu_0 H,$$

$\varepsilon_0 \mu_0 = 1/c^2$. Такой вид записи уравнений Максвелла учитывает эффект принципа Гюйгенса-Френеля, где фиктивные источники отражают огибание волной препятствия и выражены через мнимые дифференциальные члены. Без этих членов (фиктивных источников) уравнения Максвелла исключают волновые свойства огибания и, следовательно, не отражают реальных физических явлений, потому что дифференциальный вид описывает динамику, а уравнения и их члены могут быть выражены только в дифференциальном виде. Представление фиктивных источников в виде константы не отражало бы возможности их изменения, что происходит в действительности. Представить проекции E и H от фиктивных источников не на время – невозможно, ибо все иные проекции уже использованы, и сами проекции E и H на время могут быть только мнимыми. В действительном (нашем трехмерном) пространстве они не наблюдаются и могут быть реальными только в связанной с нашей пространственно-временной системе, в которой время и длина меняется местами по СТО и ОТО Эйнштейна. Отсутствие проекций E и H на время означало бы, что электромагнитные силы не подчиняются преобразованиям Лоренца-Минковского, т.е. проекция по координате остается той же проекцией при любых преобразованиях длины во время, и наоборот. А это означало бы, что сжатие, вызванное искривлением пространства и времени (связанное именно с преобразованиями Лоренца-Минковского), никак не может влиять на электромагнитную волну при изменении ее частоты, что означает полную независимость электромагнитной волны от пространства и времени, и это также противоречит

Максвелла именно преобразованиям Минковского, так как скорость в противоположности, выраженная через константы электрической и магнитной проницаемостей, отражает интегральную характеристику всего взаимодействия и обмена в противоположности, а не частное движение одного объекта относительно другого. Этим мы докажем, что движение частицы в бытии (условно система, где находимся мы) с изменением пространственно-временного искривления равносильно возникновению электромагнитной волны в небытии (условно система, противоположная нашей) и наоборот. Более того, по нашей теории уравнения Максвелла характеризуют конкретный корпускулярно-волновой объект, и его закономерности должны соответствовать закономерностям по формуле (8), а иначе этот объект не будет подчиняться замкнутому мирозданию. Соответствующие усовершенствованные нами уравнения Максвелла для частного случая можно представить в виде:

практике. Подобное означало бы, что электромагнитная волна подчиняется геометрии Эвклида и имеет абсолютную ортогональную пространственно-временную систему, а это противоречит связи электрических и магнитных сил вследствие их ортогональности! Иными словами, связать ортогональные величины электрических и магнитных составляющих без их преобразования на время невозможно, т.е. без проекций E и H на время возникают парадоксы по взаимодействию, да и принцип Гюйгенса-Френеля тогда невозможно описать в дифференциальном виде. Вид уравнений Максвелла (учитывающих все реальные физические процессы) может быть выражен только системой уравнений (18).

Логическая цепочка здесь проста: без фиктивных источников уравнения Максвелла не являются полными, а дифференциальный вид этих фиктивных источников (из-за распространения и постоянных изменений) при исключении всех парадоксов может быть только как в системе уравнений (18). При этом вид обычных уравнений Максвелла нарушает равенство изменений в противоположностях, которые замкнуты друг на друга. Действительно, *в одной противоположности предполагается изменение двух дифференциальных членов, а в другой только одного, что явно означает неравенство противоположностей*. Кроме того, нами ранее в философской части нашей теории [1-3] было показана необходимость использования изменений как минимум от четырех объектов для получения полного закона сохранения энергии. Надо отметить, что указанный дифференциальный вид усовершенствованных уравнений Максвелла один в один совпадает с дифференциальным видом уравнений Дирака для нейтрино и антинейтрино при замене вероятностных волновых функций на реальные электромагнитные функции. Более того, указанный

вид уравнений соответствует и виду обычных уравнений Максвелла с комплексными электрическими и магнитными проницаемостями, учитывающими поглощение энергии средой. Но так как, по закону сохранения, поглощаемая энергия не может исчезнуть бесследно, то соответственно комплексные составляющие учитывают не только поглощение, но и излучение. А это доказывает, что наш вид уравнений уже используется в физике давно!

Умножение ∂H_t и ∂E_t на скорость света тоже имеет логическое объяснение. Значения напряженностей электрического и магнитного поля имеют в небытии (как это будет показано в дальнейшем) параметры пространства и времени небытия. А так как имеется три координаты и один параметр времени, а бытие и небытие связаны между собой через скорость света, то чтобы перевести бывший параметр, связанный со временем, в координатное значение, требуется умножение на скорость света. Этого же требует и соблюдение одинаковой размерности. Учтем также, что из-за равенства противоположностей в мироздании нет причин для неравенства между $\epsilon_0 = u/c$ и $\mu_0 = 1/(uc)$ (если конечно не учитывать обратно-пропорциональную связь между противоположностями, а также переход кинетической энергии в потенциальную и наоборот с учётом скорости света), так как энергии электрических и магнитных составляющих преобразуются друг в друга в равных количествах. Также с учетом того, что ϵ_0 и μ_0 константы, и их произведение тоже константа, система может быть приведена соответствующим пересчетом к их равенству. Надо отметить, что использование такого пересчёта к единой системе не новость, так как аналогичный пересчёт был сделан в преобразованиях Минковского в виде $dx=dy=dz=cdt$. Нам, собственно, для этого достаточно взять частный вариант $u=1$, и это означает рассмотрение варианта, когда мироздание близко к варианту равенства электрона и протона по массе. Такая замена правомочна еще и потому, что электрическая составляющая при движении однозначно преобразуется в магнитную и, чем больше скорость, тем больше преобразование. Понятно, что при скорости света происходит однозначный переход одной составляющей в другую, а раз так, то магнитная и электрическая составляющие при описании их связи могут отражать только то, что связывает электрические и магнитные компоненты. Из опыта известно, что этой связью является скорость. Собственно мы не первые, кто использует такое

$$D = \epsilon_0 E = u/c = B = \mu_0 H = cE/(cu) = E = H.$$

Ещё раз отметим, что такая подмена электрических и магнитных постоянных противоречит размерности СИ и СГС, если исходить из размерности в значениях скорости от противоположности, но связь $H=E$ – единственно возможная при их распространении со скоростью света. Иное бы означало

упрощение. Аналогичное упрощение было введено и в уравнениях Дирака с получением уравнений не для электрона и протона, что существуют в реальности, а электрона и позитрона. Суть наших действий основана на том, что в уравнениях Максвелла приравниваются значения B и E , в верхнем уравнении (18), а также D и H в нижнем уравнении (18). С учётом того, что $dx=dy=dz=cdt$ при $u=1$ имеем $\mu_0 E = cE/(cu) = E$. Если проведём умножением на c/c левой части верхнего уравнения (18) к размерности длины, то имеем значение $H = cE$. Однако если считать значение $u=1$ и для нижней части уравнения (18), то при $u=1$ $\epsilon_0 E = u/cE = (1/c)E$. Иными словами величины H и E поменялись местами. В этом случае нарушается как бы размерность и мы имеем, что $H=E$. Такое несоответствие связано с тем, что противоположности отличаются друг от друга на скорость света, поэтому, если в одной противоположности скорость $u=1$, то в другой противоположности оно наоборот максимально, то есть $u=c$, и тогда $H = \epsilon_0 E = u/cE = u/cE = c/cE$. В этом случае умножение левой части нижнего уравнения (18) на значение c/c приведёт к искомому соотношению $H = cE$. Но здесь необходимо отметить, что мы собираемся рассматривать верхнюю и нижнюю части уравнения (18) не как противоположности, связанные через скорость света, а аналогично как и в уравнениях Дирака и преобразованиях Минковского с точки зрения равных их количественных преобразований друг в друга. Иными словами здесь мы рассматриваем только количественный параметр оценки каждой из противоположностей, как и в уравнениях Дирака. Ведь вероятностные функции в уравнениях Дирака не рассматриваются как противоположности и тоже не имеют различий на скорость света. Собственно, так как мы представили ϵ_0 и μ_0 через скорость в противоположности, то в нашей системе отсчёта (бытия) размерность по системам СИ и СГС может быть сохранена, так как в противоположности (небытия) значения констант электрической и магнитной проницаемости будут выражены в м/с, а в нашей системе имеет значение только количественный параметр изменения этих величин, а размерность можно представить как в СИ, так и в СГС. Можно пойти и ещё дальше, и учесть, что при $u=1$ и $c=1$, (а это говорит практически о состоянии отсутствия обмена и как бы рассматривает две глобальные противоположности в замкнутом обмене только на себя) будем иметь

отсутствие равного количественного преобразования противоположных компонент, а также то, что глобальные противоположности были бы не равны, а это бы означало, что какой-то один кусок одной из противоположностей был бы замкнут только на себя, но это означало бы его полную независимость и его в нашем мироздании тогда невозможно было

бы обнаружить никакими средствами. По нашему, – это был бы ноль.

Поэтому, уважаемые оппоненты, можно ссылаться на утверждения, придуманные когда-то, что «Земля стоит на трех китах», что равносильно тому, что наши усовершенствованные уравнения Максвелла при замене электрических и магнитных постоянных на величину $1/c$ противоречат размерности системы СИ и СГС. Однако, логику того, что электрические и магнитные составляющие распространяются со скоростью света, и опытные данные, свидетельствующие о выполнении физических законов с получением равного количественного обмена, вы не можете отменить.

Необходимо также отметить, что системы СИ и СГС неверно отражают именно количественный обмен в мироздании, иначе бы не был вычислен радиус Шварцшильда, по которому возникают так называемые "чёрные дыры", попадая в пределы радиуса которых фотоны не могут покинуть эти "чёрные дыры". А это противоречит закону термодинамического равновесия, или проще говоря равному количественному обмену. Понимая этот парадокс придумали телепортацию частиц из чёрной дыры вопреки СТО и ОТО Эйнштейна.

Умный читатель догадается, что введение не-

$$\begin{aligned} dH_x dx - i dH_t c dt &= c dt dx [\partial E_y / \partial z - \partial E_z / \partial y]; \\ dE_x dx - i dE_t c dt &= c dt dx [-\partial H_y / \partial z + \partial H_z / \partial y]. \end{aligned} \quad (19)$$

Теперь перейдем к конкретным закономерностям в левой части уравнений системы (19), в то время как правую часть будем считать отвечающей за волновые свойства. Если не привлекать небытие как иную систему координат, то противоположность электрических и магнитных силовых линий должна определяться только их ортогональностью и будет полностью компенсироваться при совмещении. Это связано с тем, что нет иной системы расхождения силового действия электрической и магнитной составляющих при допущении только одной системы пространства и времени, например, нашего бытия. Однако этого не происходит, что говорит о наличии другой системы координат и означает, что напряженности электрических и магнитных полей – это противоположности. В этом случае как противоположности одного объекта, принадлежащие бытию и небытию, закономерности E_x и H_x должны быть равны друг другу, а значит, иметь одинаковую закономерность, но с точки зрения E и H , как противоположностей, время и координата меняются местами, так как зависимая составляющая в бытии становится независимой в небытии. Иначе это не были бы противоположности, и не было бы никакого отличия между верхним и нижним уравнением левых частей системы (19). Аналогично это относится к E_t и H_t . Для учета H_x и H_t , E_x и E_t как противоположностей им необходимо приписать ортогональные закономерности косинуса и синуса. Это соответствует нашей теории связи про-

равных коэффициентов магнитных и электрических постоянных в обычные уравнения Максвелла означает как раз неравное преобразование с разной скоростью, и получается, что в одном случае преобразование одной компоненты в другую выше скорости света, а в другом ниже, а в квадрате этих величин получается величина, равная $1/c^2$. Каким образом это может быть, если в одном случае преобразование одной компоненты в другую происходило со скоростью выше скорости света (а это противоречит СТО!), а в другом случае ниже, чем сама скорость распространения? Скажут – это явный парадокс! Здесь, конечно, не учитывается фактор принадлежности нашей пространственно-временной системы как объекта к иерархии мироздания, что выражается в изменении плотности среды и в том, что величины электрической и магнитной проницаемости выступают как противоположности, связанные обратно пропорциональной связью из-за определенной скорости изменения нашей пространственно-временной системы в общей системе иерархии мироздания (именно отсюда нами выведены значения ϵ_0 и μ_0). Но мы рассматриваем сейчас вариант без иерархического построения мироздания и взаимодействия с третьими объектами, а раз так, то для частного случая $\epsilon_0 = 1/c$, $\mu_0 = 1/c$. Отсюда имеем

твительно противоположностей, а также и теории электродинамики, где косинус и синус используются в качестве периодических функций для решения уравнений электродинамики. Надо отметить, что закономерности синуса и косинуса – это единственные закономерности, имеющие периодический замкнутый характер (иных просто нет). Соответственно только синус и косинус могут являться противоположностями. Только сочетание синуса и косинуса могут дать характер замкнутой величины ротора. Сочетание синуса и синуса, косинуса и косинуса отбрасывается хотя бы даже потому, что это сочетание значения ротора дать не может, в силу того, что это означает одновременное возрастание и убывание противоположностей, то есть, нет взаимного перехода количества, а это означает, что такое сочетание функций не соответствует электромагнитным волнам. И еще – только сочетание синуса и косинуса соответствует необходимому базисному разложению корпускулярно-волновых объектов. Поэтому, переходя на реальность отражения E и H в виде закономерностей волновых функций, у нас просто нет иных вариантов, и только в этом случае функции не будут противоречить закономерностям и правилам замкнутого мироздания. Значения амплитуд можно рассчитывать, как коэффициенты пропорциональности по координатам, а при равенстве (что и есть на самом деле) их можно не учитывать. В этом случае мы получаем полную систему соответствия всех четырех противоположностей как закономерностей бытия и небытия. Отсюда

уравнение (19) можно представить в виде:

$$\begin{aligned} \sin(g)dx - i \cos(g)cdt &= cdt dx [\partial E_y / \partial z - \partial E_z / \partial y]; \\ \sin(g)cdt - i \cos(g)dx &= cdt dx [-\partial H_y / \partial z + \partial H_z / \partial y]. \end{aligned} \quad (20)$$

В левой части уравнения (20) комплексно-сопряженная форма связи координат, поэтому для случая ухода от комплексно-сопряженной формы к действительной форме учтем, что $w = ig$, а $\text{ch}(w) = \cos(ig)$, $i \text{sh}(w) = \sin(ig)$. Можно заметить, что закономерности H_x и E_x в левой части системы уравнений одни и те же, что соответствует необходимости их одинакового изменения для соблюдения закона равенства глобальных противоположностей и их равного количественного обмена. Предлагаемая замена полностью соответствует условию замены действительных значений на мнимые в силу замкнутости мироздания с выполнением закона симметрии, равенства и относительности. Как будет показано в дальнейшем, при рассмотрении иерархии мироздания, такая замена ($w=ig$) продиктована

$$\begin{aligned} i[\text{sh}(w)dx - \text{ch}(w)cdt] &= cdt dx [\partial E_y / \partial z - \partial E_z / \partial y]; \\ i[-\text{ch}(w)dx + \text{sh}(w)cdt] &= cdt dx [-\partial H_y / \partial z + \partial H_z / \partial y]. \end{aligned} \quad (21)$$

При умножении на мнимую единицу i обоих уравнений (21) имеем вид:

$$\begin{aligned} -\text{sh}(w)dx + \text{ch}(w)cdt &= ic dt dx [\partial E_y / \partial z - \partial E_z / \partial y]; \\ \text{ch}(w)dx - \text{sh}(w)cdt &= ic dt dx [-\partial H_y / \partial z + \partial H_z / \partial y]. \end{aligned} \quad (22)$$

Теперь слева мы получаем свойства частицы в бытии, а справа – электромагнитную волну в небытии. Учитывая свойства симметрии для противоположностей, можно и правую волновую часть перевести в корпускулярную часть, используя методику преобразования бытия в небытие, так как свойства замкнутости и бесконечности определяются наличием представления координат как действительных или как комплексно-сопряженных. Это легко можно заметить, рассматривая систему уравнений (18), в которой правая часть становится аналогичной левой, если dz , dy представить как idz и dy . При этом верхнее уравнение системы (18) необходимо умножить на минус единицу, что не влияет на экви-

валентность равенств в системе (18). Таким образом, чтобы в системе (18) получить полную идентичность левых и правых частей уравнений, необходимо действительные координаты представить комплексно-сопряженными и одна из правых частей системы уравнений должна поменять знаки на противоположные. В принципе, переход из бытия в небытие можно упростить, придав координатам комплексно-сопряженный вид и поменяв знак одной из четырех противоположных компонент левой или правой части системы (18) на обратный. Это использовано нами фактически при связи уравнений Максвелла и Дирака. Учитывая сказанное, мы можем систему (18) представить в следующем виде:

$$\begin{aligned} \sin(g)dz - i \cos(g)dy &= i[\text{sh}(w)dx - \text{ch}(w)cdt]; \\ \sin(g)dy - i \cos(g)dz &= i[-\text{ch}(w)dx + \text{sh}(w)cdt]. \end{aligned} \quad (23)$$

Если теперь разделить верхнее уравнение на нижнее и предположить равенство приращений

$$(\cos(g))^2 + (\sin(g))^2 = (\text{ch}(w))^2 - (\text{sh}(w))^2, \quad (24)$$

то есть равного количественного обмена между глобальными противоположностями, что является необходимым условием наличия законов физики в мироздании вообще, так как альтернатива может быть только в чудесах возникновения чего-то из ничего и исчезновения в ничто. В этом случае мы представляем каждую из частей уравнения системы (23) как отдельную зависимую или независимую переменную бытия и небытия соответственно

$dx=dy=dz=cdt$, то систему (23) можно привести к уравнению связи бытия и небытия:

всем четырем составляющим. Примечательно также и то, что только наличие синусоидальной закономерности по одной координате и косинусоидальной по другой координате обеспечивает вращательное движение.

Отсюда следует важный вывод: *уравнения Максвелла – это прямое следствие закона противоположностей, необходимым условием которого*

является разбиение мироздания на бытие и небытие.

К формуле (24) можно прийти непосредственно из каждого уравнения (23), если координаты и время считать закономерностями, что также является логичным, так как известно, что пространство и время бытия (по ранее доказанным законам мироздания) также являются закономерностями. Фактически из формулы (23) следует, что силовые параметры бытия отображаются пространственно-временными параметрами небытия, и наоборот. Иными словами пространственно-временные искажения небытия выражаются в виде силовых характеристик в бытии, и наоборот. Сразу отметим, что при выводе уравнений (23) мы допустили небольшую неточность для объяснения преобразований, связанных с переходом из бытия в небытие. При переходе в другую противоположность мы считали пространство и время неизменными, не переходящими в напряженности полей, но так как закономерности в силу равенства противоположностей сохраняются, то это не влияет на результат. Указанный подход преобразований не был понятен большинству ученых потому, что они не учитывали логику существования любого объекта мироздания, по которой, чтобы объект вообще мог быть обнаружен, необходимо, чтобы он обладал двумя необходимыми составляющими – зависимостью и независимостью. Зависимость выражается в его количественном исчислении, а независимость – в виде закономерности, которая меняет количественные параметры. Иначе инвариантную форму замкнутости мироздания, а значит, и закон сохранения количества не получить! Понятно, что для нашего мироздания этими количественными параметрами являются пространство и время, так как по их степени искривления судят об энергии объекта по формуле $E=Mc^2$. Другого метода измерения количества нет (по крайней мере не предложено), и иное не соответствовало бы СТО и ОТО Эйнштейна. По закону противоположностей закономерность (силовое воздействие) не может перейти сразу в другую закономерность, иначе не было бы объектов воздействия. Действительно, закономерность не может воздействовать на закономерность, т.е. для действия силы в виде закономерности надо ее к чему-то приложить, а приложить силу к силе невозможно, поэтому и наблюдается принцип суперпозиции для электромагнитных полей! Остается предположить, что гиперболические синусы и косинусы играют в противоположности роль координат и времени, и наоборот, в другой противоположности – длины координат и время выглядят как закономерности синуса и косинуса. Здесь необходимо отметить и тот факт, что в противоположности с заменой длин координат и времени на закономерности происходит и смена вида закономерностей, так как иначе противоположности представляли бы собой одно и то же. В этом случае сумма (объединение) не менялась бы на разность (разъединение) и действие равнялось бы противодействию. Соответственно, вол-

новое движение оставалось бы волновым и в противоположности, и о корпускулярно-волновом объекте можно было бы забыть. Вот поэтому, по нашей теории, если происходит замена гиперболических синусов и косинусов в преобразованиях Лоренца – Минковского на синусы и косинусы, то получаем усовершенствованные уравнения Максвелла в чистом виде!

Очевидно, что использование уравнений Максвелла в старой форме без учета закона противоположностей не позволяло перейти к преобразованиям по геометрии Минковского, а тем более к симметрии бытия и небытия. Действительно, если мы превратим усовершенствованные уравнения Максвелла в обычные уравнения Максвелла, убрав дифференциальный член с мнимой составляющей, то в противоположности не будет хватать закономерности для равенства и симметрии. Тогда гиперболический синус или косинус не будет иметь противоположности пересчета, а это означает, что изменения в одной противоположности никак не будут отражаться в изменениях другой противоположности, что противоречит замкнутости мироздания и закону сохранения и равенства. Поэтому необходимость мнимого дифференциального члена связана с тем, что составляющие E_i и H_i никак не могут быть реально отображены в нашей пространственно-временной системе, иначе, чем через мнимые составляющие – ведь их реальных проекций в нашей системе нет. Они появляются только в противоположной пространственно-временной системе, связанной с нашей через скорость света, когда время становится координатой. Соответственно наличие корпускулярных свойств у электромагнитной волны без учета новой формы записи уравнений Максвелла также не имеет объяснений. Кроме того, связь уравнений Максвелла с геометрией Минковского говорит о том, что причиной появления пространственно-временных неоднородностей в бытии являются электромагнитные волны небытия, которые в бытии выражаются в виде волновой функции Луи де Бройля. Ясно, что пространственно-временным искажениям соответствует гравитационная сила по ОТО Эйнштейна, которая и определяет массу. Именно поэтому каждой массе покоя в бытии следует противопоставлять электромагнитную волну соответствующей частоты в небытии, которая в бытии выражается в виде волновой функции. Это хорошо видно из уравнения (23), где, если считать, что приращение по координате и времени – это собственные значения объекта в правой части формулы (23), то в левой части будут колебания электромагнитной волны с частотой, соответствующей скорости перемещения (изменения). Это соответствует известному постулату А. Эйнштейна в ОТО, по которому гравитационная масса соответствует массе инерционной, ибо связь электромагнитных и гравитационных сил не оставляет возможности иного представления массы. Исходя из формул (24) и (23), можно расширить это понятие и сказать, что потенциальная энергия объекта равна его кинетической энергии в силу того, что

движение соответствует пространственно-временному искривлению.

Примечательно, что только усовершенствованные уравнения Максвелла соответствуют логике закона единства и борьбы противоположностей и дают симметрию и относительность при смене противоположностей как пункта наблюдения. Обычные уравнения Максвелла (имея только три дифференциальных члена) закону противоположностей не соответствуют. Единство двух величин в уравнениях Максвелла заложено образованием из них замкнутого ротора, так как в замкнутости одна величина переходит в другую. При этом соблюдается закон равенства количественных превращений, что и дает равенство значения ротора нулю. Иными словами, объект един благодаря тому, что замкнутость означает отсутствие необходимости внешнего контакта. Однако в противоположности (при смене точки наблюдения) по логике философии единство величин должно смениться на их противоположность, а иначе бы между противоположностями не было бы различий. А при отсутствии различий говорить о противоположностях просто невозможно, и это означало бы отсутствие их существования, и соответственно, не было бы и сравнения. Понятно также, что переход от усовершенствованных уравнений Максвелла к преобразованиям Лоренца-Минковского приводит к смене равенства величин в виде дифференциалов от ротора и замкнутости к неравенству, так как $ch(x)$ не равен $sh(x)$, то есть разрыву.

Но как из единства величин получить их противоположность? Количественные отношения с вводом новых величин извне мы не можем менять, так как это соответствует чудесам, и в итоге получится неравенство между противоположностями с соответствующей возможностью выделения одной противоположности, а значит и возможностью их отдельного существования. А тогда и противоположности и метод сравнения не нужен. Если же поменять знак разности в роторе на сумму, то объединение в виде суммы опять же дает единство, но при этом естественно добавляется парадокс появления сил из ниоткуда и уходящих в никуда, так как дифференциалы в уравнении Максвелла отражают реальные напряженности электрических и магнитных полей. Кроме того, получается равенство, противоречащее математике, так как двойное значение в одной части равенства будет равно нулю, что дает по математике разность дифференциалов ротора. Такое равенство возможно только в случае равенства нулю всех членов дифференциального уравнения, что противоречит наличию существования электромагнитного объекта. Поэтому остается только один вариант – показать наличие противоположностей через наличие атрибута принадлежности к противоположности у одного из двух дифференциальных членов в усовершенствованных уравнениях Максвелла, что мы и сделали введением мнимой единицы. В этом случае единство противоположностей сменяется на равенство противоположностей с соблюдением закона сохранения. Соответственно равенство дифференциалов в

одной противоположности по усовершенствованным уравнениям Максвелла даст неравенство в другой противоположности по преобразованиям Лоренца-Минковского. Поэтому *попытка уйти от вида усовершенствованных уравнений Максвелла сразу дает противоречие с законом сохранения и законом противоположностей!*

Таким образом, мы установили, что закон противоположностей является причиной появления электрической и магнитной составляющих, которые дают пространственно-временную неоднородность, результатом чего является гравитация. Одновременно закон противоположностей показывает полное соответствие массы гравитации и массы инерции, так как инерция – это тоже результат взаимодействия противоположностей. Если бы не было противоположностей, то и не было бы ни инерции, ни гравитации. Более того, с помощью закона противоположностей решается проблема сингулярностей (разрывов) при пространственно-временных искажениях, так как связь неоднородных мельчайших пространственно-временных элементов объясняется за счет связи через электромагнитное взаимодействие.

Ещё необходимо добавить и следующие логические размышления. Если рассматривать вектор как физическую величину по одной координате, то у него должны быть начало и конец. Тогда сразу возникает вопрос: "А за счёт чего должны появляться начало и конец?" Ответ нам видится в следующем. Если рассматривать магнитное поле ротора, то мы видим, что у вектора нет ни начала, ни конца, и это обеспечивается замкнутым движением по четырём направлениям. В то время как для электрического поля с зарядами мы имеем начало и конец электрического поля. Почему такое несоответствие? А оно связано с тем, что электрическое и магнитное поле – это противоположности, и если бы их вид совпадал, то это было бы уже одно и то же. Но по нашей теории незамкнутая величина в нашем бытии (противоположности), должна иметь замкнутый вид в небытии (другой противоположности), иначе тот же самый парадокс отсутствия разницы. И это достигается тем, что время и пространство в бытии и небытии несовпадают, и длина одной из координат в бытии, становится временем и наоборот, что связано движением (обменом) со скоростью света. В этом случае действительно мы не видим возврат для электрической составляющей, так как он осуществляется по координате являющейся для нас временем. Но он существует и участвует во всех процессах взаимодействия, так как его нельзя отделить из замкнутого движения по вектору поля. А как показать его участие? Только так как это сделали мы, добавив проекцию на время в уравнении Максвелла и приписав проекции на время мнимую единицу.

Информация для скептиков. Можно ли как-то иначе связать (или не связывать) уравнения Максвелла с СТО и ОТО Эйнштейна? Ответим – нет. Для того чтобы перейти к преобразованиям Минковского, соответствующим СТО и ОТО Эйнштейна, надо получить значения гиперболического синуса и

косинуса. Каким образом это возможно сделать, если решением уравнений Максвелла являются периодические функции синуса и косинуса? При анализе обычных и усовершенствованных уравнений Максвелла без учета противоположностей (с использованием мнимой единицы) здесь не обойтись, и точный однозначный переход не получить! Иными словами, без записи $-1=i$ преобразования синуса и косинуса в гиперболический синус и косинус будут необоснованными, так как только такая запись и позволяет делать замену в аргументах. Кроме того, такая запись соответствует условию смены противоположностей с соблюдением закона количественного сохранения. Если предположить, что при переходе в противоположность аргумент не меняется с действительного на мнимый, то тогда и изменения вида в противоположностях не получить, а значит, и говорить о самих противоположностях невозможно. Одновременно с этим подчеркнем, что попытка связать значения синуса и косинуса, так же как и гиперболического синуса и косинуса, через бесконечные степенные ряды также обречена на провал. Во-первых, замкнутую величину с помощью степенных рядов просто невозможно получить, так как всегда будет разрыв, т.е. сингулярность, что связано с наличием только вещественных значений. Во-вторых, наличие бесконечно малых величин противоречит постоянству скорости света и шагу дискретизации. Кроме того, отсутствие связи СТО и ОТО Эйнштейна с уравнениями Максвелла означало бы, что E и H никак не связаны с пространством и временем, а это противоречит экспериментальному изменению частоты фотона в гравитационном поле и искривлению пути его прохождения, так как в случае независимости этого эффекта просто не было бы. Многие скептики также считают, что, так как количество переменных из-за значений E и H , в усовершенствованных урав-

нениях Максвелла превышает количество уравнений, то якобы оно не имеет вообще решений. Однако это не так – обычные уравнения Максвелла с фиктивными источниками по принципу Гюйгенса-Френеля имеют решение, а наши уравнения лишь расписывают значение этого фиктивного источника в дифференциальном виде. Так что никаких отклонений (в плане решений) от классики – у нас нет. Более того, найти точное решение можно лишь с учетом построения всей иерархии мироздания, ибо иное означало бы отсутствие зависимости рассматриваемого объекта от других объектов.

Литература

1. Рысин А.В. Новые взгляды в теории мироздания на основе объединения известных физических теорий / А.В. Рысин, О.В. Рысин, В.Н. Бойкачев, И.К. Никифоров. – М.: Техносфера, 2010. 440 с.
2. Рысин А.В. Разрешение существующих парадоксов в физике на основе теории мироздания / А.В. Рысин, О.В. Рысин, В.Н. Бойкачев, И.К. Никифоров. – М.: Техносфера, 2011. 600 с.
3. Рысин А.В. Теория мироздания на основе известных физических теорий / А.В. Рысин, О.В. Рысин, И.К. Никифоров. – Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2009. 234 с.
4. Фальковский О.И. Техническая электродинамика. – М.: Связь, 1978. С. 126.
5. Рысин А.В. Революция в физике на основе исключения парадоксов / А.В. Рысин, О.В. Рысин, В.Н. Бойкачев, И.К. Никифоров. – М.: Техносфера, 2016 г. 875 с.
6. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике. т. 6. Электродинамика. – М.: Мир, 1977. С. 271.
7. Соколов А.А., Тернов И.М., Жуковский В.Ч. Квантовая механика. – М.: Наука, 1979. С. 317.

ГИПОТЕЗА РИМАНА: ДОКАЗАТЕЛЬСТВО ЕДИНСТВЕННОСТИ КОРНЯ

Перфильев М.С.

Восточно-Сибирский филиал ВНИИФТРИ Иркутск

THE RIEMANN HYPOTHESIS: THE PROOF OF THE ROOT UNIQUENESS

Perfileev M.S., East-Siberian branch of VNIIFTRI Irkutsk

АННОТАЦИЯ

Поиск решений открытых проблем из различных областей математики и теоретической физики (проблемы Гильберта, проблемы Эдмунда Ландау, проблемы тысячелетия, проблемы Смейла и др.) имеет огромное значение для современной мировой науки. Данная работа посвящена доказательству единственности действительного решения гипотезы Римана. В работе снова использован нестандартный подход: дзета-функция Римана сравнивается не с нулем, а с тождественной ей функцией, равной нулю и доказываемая, что действительная часть нетривиальных нулей дзета-функции, равная $1/2$, является единственно возможным решением. Доказательство гипотезы Римана имеет большое значение для современной математики (особенно теории чисел, теории целочисленных алгоритмов и защиты информации), поэтому работа в данном направлении является актуальной.

ABSTRACT

Searching for solutions to open problems from different areas of mathematics and theoretical physics (e. g. Hilbert's problems, Edmund Landau's problems, Millennium problems, Smale's problems etc.) is of great importance for the modern world of science. This work is devoted to the proof of the uniqueness of the present

solution of the Riemann hypothesis. An unusual approach is used here: the Riemann zeta function is not compared with zero, but with its identical function that is equal to zero. Thus it is proved that the real part of the non-trivial zeros of the zeta function, which is equal to $1/2$, is the only possible solution. The proof of the Riemann hypothesis is of great importance for contemporary mathematics (especially for number theory, the theory of integral algorithms and data protection), so further work in this direction is urgent.

Ключевые слова: Дзета-функция Римана, гипотеза Римана.

Keywords: the Riemann zeta-function, the Riemann hypothesis.

Рассмотрим дзета-функцию Римана $\zeta(s) = \frac{1}{1^s} + \frac{1}{2^s} + \frac{1}{3^s} + \dots = \sum_{n=1}^{\infty} n^{-s} = 0$, где s является комплексным числом, $s = \sigma + it$, $i = \sqrt{-1}$ – мнимая единица, σ и t принадлежат множеству вещественных чисел, n является натуральным числом, и докажем гипотезу о распределении нулей дзета-функции, сформулированную в 1859 году Бернхардом Риманом,

$$2^{-\gamma^2 + \frac{1}{3}\gamma^4 - \frac{2}{45}\gamma^6 + \frac{1}{315}\gamma^8 - \dots - it} + 4^{-\gamma^2 + \frac{1}{3}\gamma^4 - \frac{2}{45}\gamma^6 + \frac{1}{315}\gamma^8 - \dots - it} + 6^{-\gamma^2 + \frac{1}{3}\gamma^4 - \frac{2}{45}\gamma^6 + \frac{1}{315}\gamma^8 - \dots - it} + \dots =$$

$$= 2^{-\cos^2 \gamma} \cdot 2^{-\sin^2 \gamma + \frac{1}{2} - \frac{\pi^2}{16} + \frac{\pi^4}{768} - \frac{\pi^6}{92160} + \frac{\pi^8}{20643840} - \dots - it} + 2^{-\cos^2 \gamma} \cdot$$

$$4^{-\sin^2 \gamma + \frac{1}{2} - \frac{\pi^2}{16} + \frac{\pi^4}{768} - \frac{\pi^6}{92160} + \frac{\pi^8}{20643840} - \dots - it} + 2^{-\cos^2 \gamma} \cdot 6^{-\sin^2 \gamma + \frac{1}{2} - \frac{\pi^2}{16} + \frac{\pi^4}{768} - \frac{\pi^6}{92160} + \frac{\pi^8}{20643840} - \dots - it} + \dots, \{1\}$$

где γ – угол, принадлежащий отрезку $[0; \frac{\pi}{2}]$;
 $\sin^2 \gamma = \sigma$.

согласно которой все нетривиальные (комплексные) нули дзета-функции имеют действительную часть, равную $\frac{1}{2}$, то есть $\text{Re}(s) = \sigma = \frac{1}{2}$.

[1], [2], [3]

В ходе возможного доказательства данной гипотезы [4] было получено выражение :

$$2^{-\gamma^2 + \frac{1}{3}\gamma^4 - \frac{2}{45}\gamma^6 + \frac{1}{315}\gamma^8 - \dots - it} + 4^{-\gamma^2 + \frac{1}{3}\gamma^4 - \frac{2}{45}\gamma^6 + \frac{1}{315}\gamma^8 - \dots - it} + 6^{-\gamma^2 + \frac{1}{3}\gamma^4 - \frac{2}{45}\gamma^6 + \frac{1}{315}\gamma^8 - \dots - it} + \dots = 2^{-\frac{1}{2}} \cdot$$

$$2^{-\frac{\pi^2}{16} + \frac{\pi^4}{768} - \frac{\pi^6}{92160} + \frac{\pi^8}{20643840} - \dots - it} +$$

$$+ 2^{-\sin^2 \gamma} \cdot 4^{-\frac{\pi^2}{16} + \frac{\pi^4}{768} - \frac{\pi^6}{92160} + \frac{\pi^8}{20643840} - \dots - it} + 2^{-\cos^2 \gamma} \cdot 6^{-\sin^2 \gamma + \frac{1}{2} - \frac{\pi^2}{16} + \frac{\pi^4}{768} - \frac{\pi^6}{92160} + \frac{\pi^8}{20643840} - \dots - it} + \dots \{2\}$$

Если $\gamma = \frac{\pi}{4}$, выражения {1} и {2} принимают вид :

$$2^{-\frac{\pi^2}{16} + \frac{\pi^4}{768} - \frac{\pi^6}{92160} + \frac{\pi^8}{20643840} - \dots - it} + 4^{-\frac{\pi^2}{16} + \frac{\pi^4}{768} - \frac{\pi^6}{92160} + \frac{\pi^8}{20643840} - \dots - it} +$$

$$+ 6^{-\frac{\pi^2}{16} + \frac{\pi^4}{768} - \frac{\pi^6}{92160} + \frac{\pi^8}{20643840} - \dots - it} + \dots = 2^{-\frac{1}{2}} \cdot 2^{-\frac{\pi^2}{16} + \frac{\pi^4}{768} - \frac{\pi^6}{92160} + \frac{\pi^8}{20643840} - \dots - it} +$$

$$+ 2^{-\frac{1}{2}} \cdot 4^{-\frac{\pi^2}{16} + \frac{\pi^4}{768} - \frac{\pi^6}{92160} + \frac{\pi^8}{20643840} - \dots - it} + 2^{-\frac{1}{2}} \cdot 6^{-\frac{\pi^2}{16} + \frac{\pi^4}{768} - \frac{\pi^6}{92160} + \frac{\pi^8}{20643840} - \dots - it} \{3\}$$

Если в правой части этого выражения вынести множитель $2^{-\frac{1}{2}}$ за скобку, получим верное равенство:

$$2^{-\frac{\pi^2}{16} + \frac{\pi^4}{768} - \frac{\pi^6}{92160} + \frac{\pi^8}{20643840} - \dots - it} + 4^{-\frac{\pi^2}{16} + \frac{\pi^4}{768} - \frac{\pi^6}{92160} + \frac{\pi^8}{20643840} - \dots - it} + 6^{-\frac{\pi^2}{16} + \frac{\pi^4}{768} - \frac{\pi^6}{92160} + \frac{\pi^8}{20643840} - \dots - it} + \dots =$$

$$= 2^{-\frac{1}{2}} \cdot \{2^{-\frac{\pi^2}{16} + \frac{\pi^4}{768} - \frac{\pi^6}{92160} + \frac{\pi^8}{20643840} - \dots - it} + 4^{-\frac{\pi^2}{16} + \frac{\pi^4}{768} - \frac{\pi^6}{92160} + \frac{\pi^8}{20643840} - \dots - it} +$$

$$+ 6^{-\frac{\pi^2}{16} + \frac{\pi^4}{768} - \frac{\pi^6}{92160} + \frac{\pi^8}{20643840} - \dots - it} + \dots\} = 0. \{4\}$$

В этом равенстве

$$-\frac{\pi^2}{16} + \frac{\pi^4}{768} - \frac{\pi^6}{92160} + \frac{\pi^8}{20643840} - \dots = -\frac{1}{2}, \text{ так как}$$

$$\frac{1}{2} - \frac{\pi^2}{16} + \frac{\pi^4}{768} - \frac{\pi^6}{92160} + \frac{\pi^8}{20643840} - \dots = 0 \{4\}$$

(разложение числа $0 = \frac{1}{2} \cos \frac{\pi}{2}$ в степенной ряд)

При других значениях γ , отличающихся от $\frac{\pi}{4}$ и принадлежащих отрезку

$[0; \frac{\pi}{2}]$, получим равенство

$$2^{-\frac{\pi^2}{16} + \frac{\pi^4}{768} - \frac{\pi^6}{92160} + \frac{\pi^8}{20643840} - \dots - it} + 4^{-\frac{\pi^2}{16} + \frac{\pi^4}{768} - \frac{\pi^6}{92160} + \frac{\pi^8}{20643840} - \dots - it} + 6^{-\frac{\pi^2}{16} + \frac{\pi^4}{768} - \frac{\pi^6}{92160} + \frac{\pi^8}{20643840} - \dots - it} + \dots =$$

$$= 2^{-\frac{1}{2}} \cdot 2^{-\frac{\pi^2}{16} + \frac{\pi^4}{768} - \frac{\pi^6}{92160} + \frac{\pi^8}{20643840} - \dots - it} + \lambda_1 \cdot 4^{-\frac{\pi^2}{16} + \frac{\pi^4}{768} - \frac{\pi^6}{92160} + \frac{\pi^8}{20643840} - \dots - it} +$$

$$+ \lambda_2 \cdot 6^{-\sin^2 \gamma + \frac{1}{2} - \frac{\pi^2}{16} + \frac{\pi^4}{768} - \frac{\pi^6}{92160} + \frac{\pi^8}{20643840} - \dots - it} + \dots = 0 \{5\}$$

где $\lambda_1 = 2^{-\sin^2 \gamma}$, $\lambda_2 = 2^{-\cos^2 \gamma}$ – некоторые коэффициенты,

причём $\lambda_1 \neq \lambda_2 \neq 2^{-\frac{1}{2}}$.

Из выражения {1} следует, что

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{2^{-\cos^2 \gamma} \cdot \sum_{n=1}^{\infty} (2n)^{-\sin^2 \gamma + \frac{1}{2} - \frac{\pi^2}{16} + \frac{\pi^4}{768} - \frac{\pi^6}{92160} + \frac{\pi^8}{20643840} \dots - it}}{\sum_{n=1}^{\infty} (2n)^{-\sin^2 \gamma + \frac{1}{2} - \frac{\pi^2}{16} + \frac{\pi^4}{768} - \frac{\pi^6}{92160} + \frac{\pi^8}{20643840} \dots - it}} = 2^{-\cos^2 \gamma} \cdot \{6\} \quad [5]$$

С другой стороны, чтобы получить этот же предел из выражения {2}, нужно приравнять множители $2^{-\sin^2 \gamma} = 2^{-\cos^2 \gamma} = 2^{-\frac{1}{2}}$, а $\sin^2 \gamma$ приравнять к

$$\frac{1}{2} : \sin^2 \gamma = \frac{1}{2}.$$

В этом случае, вынося в выражении {2} множитель $2^{-\frac{1}{2}}$ за скобку, получим

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{2^{-\frac{1}{2}} \cdot \sum_{n=1}^{\infty} (2n)^{-\frac{\pi^2}{16} + \frac{\pi^4}{768} - \frac{\pi^6}{92160} + \frac{\pi^8}{20643840} \dots - it}}{\sum_{n=1}^{\infty} (2n)^{-\frac{\pi^2}{16} + \frac{\pi^4}{768} - \frac{\pi^6}{92160} + \frac{\pi^8}{20643840} \dots - it}} = 2^{-\frac{1}{2}} \{7\} \quad [5]$$

Так как предел {6} равен пределу {7}, то

$$2^{-\cos^2 \gamma} = 2^{-\frac{1}{2}} \text{ и равно } 2^{-\sin^2 \gamma};$$

$$-\frac{1}{2} = -\sin^2 \gamma = -\cos^2 \gamma;$$

$$\frac{1}{2} = \sin^2 \gamma = \cos^2 \gamma; \gamma = \frac{\pi}{4},$$

а выражения {1} и {2} принимают вид выражения {4}.

В этом случае решение $\sigma = \frac{1}{2}$ (по состоянию на 2004 г. с помощью вычислительной техники проверены более 10^{13} первых нулей дзета-функции Римана [1]) является единственным, что и требовалось доказать.

При других значениях γ равенство {5} будет неверным, потому что равенство пределов {6} и {7} налагает запрет на гипотетически возможное выполнение равенства {5} при значениях углов γ , отличающихся от $\frac{\pi}{4}$.

Метод сравнения функции не с заданным по условию задачи её значением, а с тождественной ей функцией, имеющей то же значение, примененный в том или ином виде, можно применять для решения широкого круга математических задач. Суть данного метода состоит в том, что мы приравниваем функцию не заданному по условию задачи значению, а к ней самой, записанной в другом виде,

полученном с помощью проведения эквивалентных преобразований. А для обнаружения закономерностей и получения решения поставленной задачи используются ключевые свойства исследуемой функции и её заданное значение.

Литература

1. https://ru.wikipedia.org/wiki/Гипотеза_Римана
2. https://ru.wikipedia.org/wiki/Дзета-функция_Римана
3. Иэн Стюарт. Величайшие математические задачи. Москва, Альпина нон-фикшн, 2015, 460 с
4. Sciences of Europe, Прага, выпуск №5 (июль 2016), Перфильев М.С. Возможное доказательство гипотезы Римана, стр. 63-65
5. Тактаров Н.Г. Справочник по высшей математике для студентов. Москва, Либроком, 2008, 880 с

ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

ГРУППОВОЙ ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЛИСТЬЕВ ТОПОЛЯ

Исаева Е.В.

*доктор технических наук, профессор,
Сибирский государственный технологический университет, Россия*

Рязанова Т.В.

*доктор технических наук, зав. кафедрой,
Сибирский государственный технологический университет, Россия*

Гаврилова Л.В.

*аспирант, Сибирский государственный технологический университет,
Россия*

GROUP CHEMICAL COMPOSITION OF LEAVES OF POPLAR

Isaeva E.V., doctor of technical sciences, professor, Siberian State Technological University, Russia

Ryazanova T.V., doctor of technical sciences, professor, Siberian State Technological University, Russia

Gavrilova L.V., graduate student Siberian State Technological University, Russia

АННОТАЦИЯ

Исследован групповой химический состав листьев тополя бальзамического. Установлено, что основными компонентами листьев тополя являются экстрактивные вещества (до 50 %), на долю углеводов приходится от 15 до 33 %, лигноподобных веществ 16-18 %, белков – от 3 до 11 %, минеральных веществ 11,4 %, эфирных масел 0,2-0,8 % от массы абсолютно сухого сырья.

ABSTRACT

The chemical composition of the leaves of poplar. It is found that the main components are extractives (50 %), the proportion of carbohydrates have from 15 to 33 %, lignin substances – 16 - 18 %, protein - from 3 to 11 %, mineral substances 11.4 %, of essential oils 0.2 - 0.8 % by weight of the bone dry raw material .

Ключевые слова: листья, тополь бальзамический, химический состав, экстрактивные вещества, углеводы, белки, эфирные масла

Keywords: leaves, balsam poplar, chemical composition, extractives , carbohydrates, proteins , essential oils.

Постановка проблемы. Во всём мире уделяется большое внимание изысканию новых видов сырья для химической и биохимической переработки, что связано с сокращением в настоящее время доступных ресурсов древесины. К новым видам сырья может быть отнесена вегетативная часть тополя, поскольку он имеет практическое значение как быстрорастущее дерево для выращивания древесины [1].

В Сибирском государственном технологическом университете разработана схема комплексной переработки вегетативной части тополя бальзамического с получением эфирных масел, спиртовых экстрактов, восков, биопрепарата типа «Триходермин» [2]. Для получения данных видов продукции предусматривается прижизненное использование тополя. В зависимости от сроков заготовки сырья вегетативная часть может быть представлена как побегами с почками, так и облиственными побегами. В этой связи интерес представляет исследование химического состава листьев тополя, поскольку это позволит подойти к вопросу утилизации его вегетативной части в целом.

Анализ исследований и публикаций. Наиболее подробно с точки зрения химического состава исследована биомасса хвойных пород – сосны, кедра, лиственницы, пихты и др. Для них показано, что химический состав веществ биомассы растений разнообразен и зависит от многих факторов, основными из которых является географические и метеорологические условия, порода дерева, возраст и

другие. Из лиственных пород наиболее изученными являются береза и осина.

Анализ древесины и коры тополей показал, что основными компонентами являются целлюлоза и лигнин [3]. Так, содержание углеводов в древесине различных видов тополей (белый, черный и осина) составляет 74-78 %, из них целлюлозы – от 44,6 до 50,6 %. Содержание лигнина относительно невелико – 18,7-23 %. Среди углеводов древесины и коры тополя установлено наличие глюкозы, маннозы, галактозы, ксилозы, арабинозы и уроновых кислот. Содержание полисахаридов в почках тополя бальзамического составляет 16-18 %, лигниновых веществ – 20-25 %, минеральных веществ – 0,9-1,7 % [4].

Углеводы содержатся и в зеленых частях растений. Установлено, что, например, в однолетней хвое в течение вегетационного периода присутствуют моносахариды (глюкоза, фруктоза), дисахариды (сахароза, до 40 % всей суммы сахаров хвои), трисахариды (раффиноза). Высокомолекулярные углеводы – конечные продукты фотохимического синтеза зеленых растений (крахмал содержится в виде крахмальных зерен), также присутствуют (гемиллюлоза и целлюлоза). В листьях тополя обнаружены фруктоза, сахароза (0,5-1,2 %), трисахариды и пектин [3].

Кроме основных компонентов при комплексном использовании древесины большое значение имеют экстрактивные вещества, состав и содержа-

ние которых зависит от применяемого в конкретном случае растворителя. В частности, при исследовании почек тополя бальзамического установлено, что на долю спирторастворимых соединений приходится до 70 % от суммы экстрактивных веществ. При изучении динамики их содержания выявлено, что в период с октября по декабрь их количество уменьшается с 39 до 35 %, а в период с декабря по февраль – увеличивается до 45 %. К началу распускания почек содержание экстрактивных веществ уменьшается до 40 % [5].

Для почек тополя бальзамического также изучено влияние сезонной изменчивости и вид тополя на содержание эфирных масел. Установлено, что количество легколетучих компонентов зависит от фенологического состояния дерева. Максимальное количество летучих компонентов (7,5-9,5 % а.с.с.) приходится на начало вегетации, минимальное на период покоя (1,7-2,1 % а.с.с.) [6]. По литературным данным содержание эфирных масел в почках бальзамических тополей Самарской области составляет около 2 %, в почках черного тополя – 0,5 % [7]. Массовая доля сесквитерпенов в эфирных маслах почек тополя составляет от 70 % до 93 % от суммарного масла. Высокое содержание сесквитерпенов в составе эфирного масла обуславливает возможную область его использования. В почках тополя серебристого содержание эфирных масел ниже, чем бальзамического и составляет 1,25 % а.с.с. Содержание эфирных масел в листьях тополя составляет до 1 % от а.с.с. [8].

В древесной зелени растений присутствуют липидные компоненты. Исследования группового состава этанольных экстрактов листьев и побегов осины показали, что листья содержат в два раза больше липидных компонентов, чем побеги [9]. Листья тополя бальзамического содержат до 69 % нейтральных липидов, около 30 % гликолипидов и до 1 % фосфолипидов от общей их суммы [10]. В почках тополя установлено содержание каротиноидов (1,6-3,12 мг%) и хлорофиллов (6,5 – 18,5 мг% а.с.с.) [8]. Эти биологически активные вещества находят применение в медицине, выпускаются фармацевтическими компаниями как в составе поливитаминных препаратов, так и в виде монопрепаратов. В литературе имеется упоминание о наличии каротина в листьях тополя, но количественная оценка не приводится. На сегодняшний день стремительно развивается рынок биологически активных добавок, также включающих эти вещества.

Широко распространенной группой фенольных соединений в компонентах древесной зелени являются флавоноиды (кемпферол, кварцетин, миритетин) и их гликозиды. В литературе имеются сведения о содержании флавоноидов в почках тополя бальзамического [7,11, 12]. Содержание их в период развития почек составляет 7,5-11,1 % от а.с.с. [12].

По имеющимся литературным данным в древесине и ветвях тополя белого имеются дубильные вещества (3-9 %), в почках дубильные вещества составляют 3,35 %. В тополе разнолистном дубильные вещества коры и листьев составляют 5,5-16,87 %, тополе сизолистном – 2,54 % [3].

В тополе черном обнаружены: органические кислоты; алкалоиды; азотосодержащие соединения; витамины: С, Е, каротин; фенолокарбоновые кислоты и их производные; фенолгликозиды; дубильные вещества; алифатические углеводороды [3]. В природе тополя продуцируют большое количество летучих фитонцидов. Плоды плодовых растений, обработанные фитонцидами из листьев более устойчивы к заболеваниям, как в период вегетации, так и при хранении.

Таким образом, в литературе имеются сведения о химическом составе биомассы тополя бальзамического, в частности древесины, коре и почках. Сведения же о химическом составе листьев носят ограниченный характер. Потому исследование химического состава листьев тополя бальзамического в настоящее время актуально.

Изложение основного материала. Объектом исследования служили листья тополя бальзамического, заготовленные в вегетационный период развития дерева, а именно с июня по октябрь. Сырье высушивали до влажности 6 %, измельчали до размера частиц 3-5 мм.

Определение химического состава различных частей дерева связано с большими трудностями из-за сложного строения клеточных стенок, существования прочных связей, в том числе химических, между ее отдельными компонентами, неоднородности механического состава и разнообразия веществ, входящих в состав клеток.

Для древесной зелени тополя бальзамического в период вегетации был изучен механический состав. Результаты исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1

Механический состав древесной зелени тополя

Месяц отбора проб	Содержание, % от общей массы	
	листья	побеги
Май	25	75
Июнь	37	63
Июль	49	51
Август	56	44
Сентябрь	52	48

Как свидетельствуют результаты таблицы 1, массовая доля листьев в составе вегетативной части

тополя увеличивается к концу периода вегетации (август) в 2,2 раза по сравнению с маем. Полученные результаты могут служить характеристикой вегетативной части тополя бальзамического как технологического сырья.

Для наиболее полной оценки экстрактивных веществ листьев тополя их разделяли на водо- и спирторастворимые, а также летучие с паром. Перспективным экстрагентом является этиловый

спирт. Он является хорошим консервантом и экологически безопасен, разрешен для использования в фармацевтической и парфюмерной промышленности. Экстрагирование при температуре, близкой к температуре кипения, повышает выход экстрактивных веществ по сравнению с нормальными условиями. Выход экстрактивных веществ из листьев тополя в пересчете на единицу абсолютно сухого сырья (а.с.с.) представлен в таблице 2.

Таблица 2

Экстрактивные вещества листьев тополя бальзамического

Время отбора пробы	Водорастворимые вещества, %	Спирторастворимые вещества, %	Время отбора пробы	Водорастворимые вещества, %	Спирторастворимые вещества, %
Вегетационный период 2013 г.			01.08	32,4	13,9
01.06	30,3	11,5	10.08	39,4	12,9
10.06	29,2	11,9	20.08	34,7	9,8
20.06	31,2	15,2	01.09	30,1	10,3
01.07	38,3	22,0	10.09	32,6	9,9
10.07	35,2	13,6	20.09	39,7	11,3
20.07	33,5	14,5	30.09	40,8	11,9

Установлено, что содержание экстрактивных веществ изменяется в процессе развития листьев. Количество водорастворимых веществ изменяется от 30 до 40 %, наибольшее их количество отмечено в последней декаде сентября. Содержание спирторастворимых веществ составляет 10-22 %. Максимальное количество этих веществ, в листьях накапливается к июлю. Достаточно высокое содержание экстрактивных веществ в листьях очевидно связано с процессом фотосинтеза, сопровождающимся образованием значительного количества низкомолекулярных веществ.

Для промышленной оценки сырья необходимо знание группового состава экстрактов, которое позволит оценить возможный выход групп веществ и

определить последующие технологические решения. При исследовании группового состава этанольного экстракта в нашей работе мы опирались на методики, зарекомендовавшие себя при изучении экстрактивных веществ как хвойных, так и лиственных пород.

Для фракционирования спиртового экстракта использовали растворители с различной полярностью. Для этого этанольные экстракты упаривали под вакуумом, остаток растворяли в горячей воде и проводили последовательную экстракцию петролейным эфиром, диэтиловым эфиром, этилацетатом и бутанолом. Количество веществ, переходящих в растворители, определяли весовым методом. Результаты исследования приведены в таблице 3.

Таблица 3

Фракционный состав спиртового экстракта листьев

Показатель	Содержание, % а.с.с.		
	1.06.13	10.06.13	20.08.13
Вещества, извлекаемые:			
- петролейным эфиром	3,09	3,82	23,23
- диэтиловым эфиром	2,53	2,88	10,71
- этилацетатом	7,16	8,21	0,83
- бутанолом	3,21	5,32	5,95

Известно, что петролейный эфир извлекает терпеноиды, n-алканы, жирные кислоты, зеленые пигменты и другие вещества. Из таблицы 3 видно, что доля веществ, переходящих в петролейный эфир из спиртового экстракта, в процессе развития листьев тополя увеличивается примерно в 7 раз, диэтиловым эфиром, к числу которых относятся сложные эфиры и спирты, а также частично гликолипиды и фенольные соединения – в 4 раза.

Установлено, что этилацетат извлекает более полярные фенольные соединения, некоторые гликозиды и частично полярные липиды. Содержание

этих веществ в листьях тополя к концу вегетационного периода значительно снижается. Бутанолом извлекаются гликозиды фенольных соединений, ацетилированных фенолокислотами, уксусной кислотой или метоксилированных по углеводной части молекул. На долю этих веществ в листьях тополя приходится 3-6 % а.с.с.

В таблице 4 представлено содержание эфирных масел в листьях и побегах тополя бальзамического, выделенных методом гидродистилляции.

Таблица 4

Объект	Содержание эфирных масел в листьях тополя				
	Содержание, % а.с.с.				
	Месяц отбора проб				
	май	июнь	июль	август	сентябрь
Листья	0,48±0,13	0,77±0,08	0,44±0,06	0,49±0,05	0,22±0,01
Побег с листьями	0,38±0,07	0,81±0,12	0,60±0,14	0,48±0,05	0,20±0,03

Как свидетельствуют результаты таблицы 4, содержание веществ, летучих с паром, в исследуемых объектах значительно ниже, чем в почках (в 9 раз) и почках с побегом тополя (в 5 раз), и в среднем составляет 0,48 % от а.с.с. [6]. Максимальное содержание их отмечается в июне. К концу вегетации, когда процессы образования терпеноидов становятся менее интенсивными, их количество постепенно снижается. Минимальное количество эфирных масел установлено в сентябре. В октябре в листьях содержание терпеноидов остается неизменным. По имеющимся литературным данным содержание эфирных масел в листьях березы составляет 0,04-0,05 % [19].

Известно, что в зрелом фотосинтезирующем растении углекислый газ из атмосферы в процессе фотосинтеза может преобразовываться в целый ряд моносахаридов и их производных. Некоторые из

этих производных моносахаридов используются в качестве предшественников при синтезе олиго- и полисахаридов. По видимому, наиболее важным из образующихся олигосахаридов является сахароза, в форме которой углерод и энергия транспортируются по всему растению.

В растениях синтезируются два класса полисахаридов: структурные полисахариды (например, целлюлоза) и запасные полисахариды (например, крахмал). Структурные полисахариды требуются для образования клеточных стенок. Запасные полисахариды синтезируются в тех случаях, когда они образуют временный или постоянный запас связанного углерода и энергии [13].

На рисунке 1 приведена динамика содержания углеводов в процессе развития листьев тополя бальзамического.

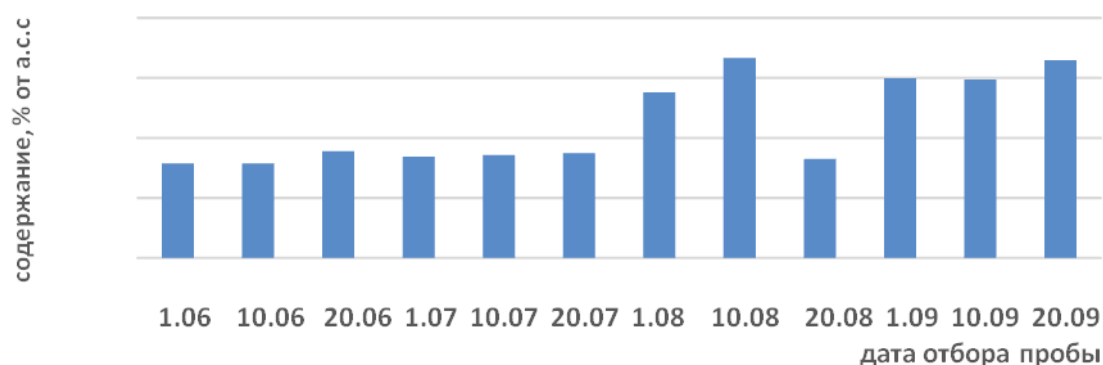


Рис. 1. Содержание углеводов в листьях тополя

Как показали наши исследования, содержание углеводов в листьях тополя довольно высокое и составляет от 15 до 33 %. В динамике содержания имеется два четко выраженных максимума. Наибольшее количество углеводов отмечено в августе и сентябре. Содержание углеводов в почках тополя, например, составляет 23-26 % от а.с.с. [14]. Известно, что в листьях концентрация углеводов обычно высокая. Например, в листьях яблони содержание углеводов (крахмал плюс сахара) доходило до 9 %, хвое сосны – 16,6 % [15].

Для характеристики углеводов было проведено их фракционирование, основанное на способности отдельных групп растворяться в различных растворителях, в частности в спирте и воде [16].

Результаты количественной оценки отдельных групп углеводов листьев тополя бальзамического в пересчете на единицу абсолютно сухого сырья, приведенные в таблице 5.

Таблица 5

Время отбора проб	Содержание углеводов по группам, % от а.с.с.				
	моносахариды	олигосахариды	крахмал	гемицеллюлоза	целлюлоза
01.06	4,0	1,8	1,8	1,9	6,2
10.06	4,0	1,8	1,8	1,9	6,2
20.06	4,1	1,7	1,7	4,0	6,3
01.07	4,3	2,8	0,1	3,3	6,4
10.07	3,2	2,9	0,6	4,4	6,1
20.07	3,9	1,5	1,9	3,9	6,1
01.08	2,2	1,2	1,8	2,9	19,5
10.08	4,9	2,2	2,1	4,5	19,5
20.08	4,0	1,2	1,8	3,1	6,3
01.09	4,4	2,1	2,1	2,7	18,6
10.09	4,8	2,1	2,2	2,7	18,0
20.09	4,8	2,3	2,1	3,7	20,1

В составе углеводов листьев тополя бальзамического установлено наличие пяти групп, содержание которых изменяется в ходе развития листьев. Этот факт на наш взгляд является закономерным, поскольку в молодом, активно развивающемся листе почти весь связанный углерод остается в этом листе и используется для синтеза полисахаридов и белков (т.е. используется для его собственного роста). Однако если рассматривать полностью развитый лист, то около половины фотосинтетически связанного углерода немедленно транспортируется в виде сахарозы главным образом в стебель и корни, где сахароза превращается в полисахариды. Как свидетельствуют результаты таблицы 4, на

долю структурных углеводов в листьях тополя приходится от 8 до 24 % от а.с.с., доля подвижных углеводов составляет от 3,5 до 7,5 % от а.с.с.

Также для решения вопросов практического использования листьев было проведено фракционирование полисахаридов по отношению к гидролизу. Содержание легко- и трудногидролизуемых полисахаридов определяли, применяя различные условия гидролиза минеральными кислотами. Гидролиз легкогидролизуемых полисахаридов (ЛГП) проводили путем кипячения с 2 %-й соляной кислотой, трудногидролизуемых полисахаридов (ТГП) – 80 %-й серной кислотой при комнатной температуре [17]. Результаты исследования приведены на рисунке 2.

Содержание, % а.с.с.

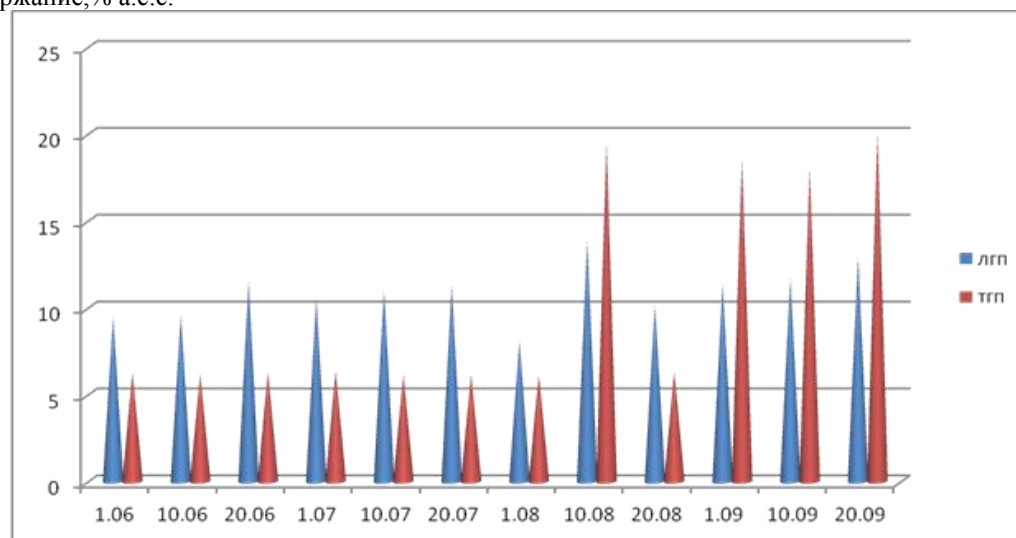


Рис. 2. Содержание полисахаридов в листьях тополя

Из рисунка 2 видно, что в первые две фазы формирования листа преобладающей группой являются легкогидролизуемые полисахариды. Их содержание составляет около 60 % от суммы углеводов. В третьей фазе развития листа наоборот преобладающими становятся трудногидролизуемые полисахариды.

Как показали наши исследования, содержание лигноподобных веществ в листьях тополя бальзамического составляет 16-18 % от а.с.с., что ниже, чем в древесной зелени хвойных, в сосне их содержится 23,9 %, в кедре 24,7 %, ели 25,6 % и в пихте 20,3 % [18].

К высокомолекулярным соединениям растительной ткани также относится белок. Установлено, что в листьях тополя в период их развития

доля водорастворимых белков составляет 3-5, спирторастворимых – 5-11 % а.с.с. Например, в древесной зелени сосны содержание белка составляет 2,70 %, пихты – 2,94 % [18]. Осенью содержание белка снижается, поскольку известно, что по мере старения листьев азотистые соединения перед опаданием листьев передвигаются обратно в побеги и ветви листопадных деревьев.

Установлено, что в процессе развития листья тополя бальзамического могут содержать до 11,4 % минеральных веществ. Для определения состава минеральных компонентов были взяты образцы в различные периоды развития листа. Массовую концентрацию элементов определяли методом рентгеновского флуоресцентного анализа на спектрометре «Спектроскан». Результаты исследования представлены в таблице 6.

Таблица 6

Минерального состава листьев тополя

Проба	Количество, мкг/г золы								
	Zn	Cu	Fe	Mn	Ca	Br	I	As	Cr
21.07.13	230,7	123,6	187,7	111,4	65,9	19,7	36,2	-	-
10.08.13	281,6	61,2	262,8	253,9	91,8	-	48,1	17,5	-
10.09.13	127,9	67,5	21,3	17,6	-	17,8	-	10,6	-

Примечание – прочерк означает отсутствие элемента

Как показывают результаты таблицы 6, к основным химическим элементам листьев относятся цинк, марганец и железо. Эта группа металлов относится к биологическим элементам, необходимым для жизнеобеспечения живых организмов. Например, железо относится к макроэлементам питания растений, его роль велика также в ферментативных процессах. Медь участвует в окислительно-восстановительных реакциях, связанных с дыханием и азотным обменом, цинк катализирует выделение диоксида углерода в хлоропластах.

Таким образом, проведенные исследования показали, что листья тополя бальзамического представляют интерес для химической и биохимической переработки и могут служить источником углеводов, флавоноидов, микроэлементов, белковых и других веществ.

Литература

1. Царёв А. П. Сортоведение тополя. – Воронеж, 1985. – 152 с.
2. Пат. 2322501 Российская федерация, МПК С12Р 1/02, С11В 1/10. Способ комплексной переработки вегетативной части тополя бальзамического / Ложкина Г. А., Исаева Е.В. – Заявка № 2322501; приоритет от 05.07.06. Оpubл. 20.04.2008. Бюл. № 11.
3. Растительные ресурсы СССР. – Л. : Наука, 1986. – 336 с.
4. Ложкина Г. А. Комплексная переработка почек тополя бальзамического: автореф. дис... канд. техн. наук. – Красноярск, 2007. – 21 с.
5. Исаева Е. В., Ложкина Г. А., Рязанова Т. В. Влияние различных факторов на процесс экстракции почек тополя бальзамического // Химия растительного сырья. 2007. № 2. С.51-54.
6. Исаева Е.В. Влияние некоторых факторов на выход и состав легколетучих компонентов почек тополя // Изв. ВУЗов. Химия и химическая технология. 2005. Т.48, вып.8. С.124-127.
7. Куркин, В. А. Браславский В. Б., Запесочная Г. Г. Исследование химического состава *Populus*

balzamifera L. методом ВЭЖХ // Растительные ресурсы.1993.Т.31, вып. 3.С.85-90.

8. Исаева Е. В. Комплексная переработка вегетативной части тополя бальзамического с получением биологически активных продуктов : автореф. дис... д-ра техн. наук. – Красноярск, 2008. – 43 с.

9. Рошин В. И. и др. Групповой состав экстрактивных веществ листьев и побегов осины // Химия древесины.1986. № 4.С. 106-109.

10. Худорожкова О. А., Ложкина Г. А., Исаева Е. В. Исследование химического состава листьев тополя бальзамического // Лесной и химической комплексы. Проблемы и решения: сб. ст. всерос. науч.-практ. конф.. – Красноярск, 2007. Т. 2. С.39-42.

11. Поляков В.В. Масло тополя бальзамического (*Populus balsamifera*) и производные мирицетина, обладающие биологической активностью : автореф. дис. ...д-ра хим. наук. – Караганда, 1999. – 55 с.

12. Исаева Е. В. Ложкина Г. А., Рязанова Т. В. Флавоноиды почек тополя бальзамического (*Populus balsamifera* L.) // Химия растительного сырья. 2008. №2. С. 47-53.

13. Кретович В.Л. Биохимия растений.– М.,1986. – 503 с.

14. Исаева Е. В., Рязанова Т. В. Групповой состав углеводов почек тополя // Химия растительного сырья. 2006. №1. С. 33-36.

15. Крамер П. Д., Козловский Т. Т. Физиология древесных растений. – М.,1983. – 462 с.

16. Плешков Б.П. Практикум по биохимии растений. – М., 1985. – 255 с.

17. Оболенская А. В. Лабораторные работы по химии древесины. – Л. : ЛТА, 1986. – 72 с.

18. Ягодин В. И. Основы химии и технологической переработки древесной зелени.– Л., 1981. – 224 с.

19. Береза повислая [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.u-lekar.ru/content/view/64/61>.

CHANGING THE PHASE COMPOSITION AND CATALYTIC PROPERTIES OF THE FE/N/C CATALYST BY ELECTROCHEMICAL TREATMENT

Nadirov R.K.

al-Farabi Kazakh national university, C.Sc., senior lecturer

Sabirov Ye.A.

al-Farabi Kazakh national university, master student

ABSTRACT

The results of treatment of Fe/N/C catalysts by anodic and cathodic polarization were presented. It was found that electrochemical treatment of the starting material changes its phase composition and catalytic activity toward oxygen reduction reaction. For the first time, a method of increasing the activity of catalysts by electrochemical treatment was proposed.

Keywords: Fe/N/C, catalyst, electrochemical treatment.

Due to their high environmental and great theoretical value of the conversion coefficient of chemical energy into electrical energy (about 80%), fuel cells hold significant promise [1,2]. Low-temperature fuel cells with proton exchange membrane attract the most attention. Hydrogen and atmospheric oxygen are the fuel for this type of cells. The main obstacle to the widespread use of fuel cells is the high cost of the catalysts, that is electrodes (anodes and cathodes) which contain the noble metals, most often platinum. In this regard, there are searching for new catalysts materials whose characteristics are not inferior to catalysts based on noble metals, worldwide. Among such materials, nitrogen pyrolyzed transition metal complexes deposited on a carbon support (Fe/N/C) are considered to be the most promising [3-5]. However, the activity of these catalysts for the oxygen reduction reactions is not sufficient for commercial use of fuel cells based on Fe/N/C [6-8].

In this paper, the method of electrochemical activation is proposed to increase the activity of Fe/N/C catalysts for the oxygen electrochemical reduction reactions.

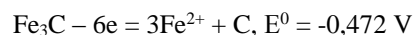
The samples of Fe/N/C catalyst were synthesized according to known technique [9]. Then, the samples obtained were electrochemically treated to change their phase composition, and thereby, to change their catalytic properties toward oxygen reduction reaction (ORR).

To determine the conditions of the electrolysis under galvanostatic and potentiostatic modes, polarization curves on synthesized Fe/N/C materials in appropriate aqueous and non-aqueous solutions were obtained. We have found that there are two waves one peak on the anodic branch of the cyclic voltammograms (CV) obtained in aqueous solutions of 0.1M H₂SO₄ at a potential scanning rate of 5 mV/s. The first wave (E=-0,2 V; hereinafter all potential values are given relative to silver chloride reference electrode Ag/AgCl) corresponds to the oxidation of the metallic iron of the original catalyst to Fe²⁺; a small peak, following this wave, is related to the oxidation of Fe²⁺ to Fe³⁺. The second wave

observed in the voltammogram is associated with the restructuring of the material surface during anodic polarization. Two waves on cathodic branch correspond can be associated with the recovery process of Fe³⁺ to Fe²⁺ and further recovery to metallic iron.

It should be noted that the CV obtained on the same catalyst, are not well reproduced after two or three measurements. This is due, apparently, with a change in the material surface after an electrochemical polarization.

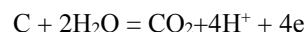
Changing the composition of the solution in a borate buffer solution (pH = 6.3) change the shape of the polarization curves. Two peaks can be observed on the anodic curve; the first one with maximum at E = -155 mV can be associated with metallic iron (E⁰ = -0,44 V); the second one with maximum at E = -200 mV is due to dissolution of cementite:



Anodic potentiostatic curves obtained in aqueous 0.1 M H₂SO₄ are presented in Fig. 1.

It can be clearly defined that increasing of the value of potential entails the increasing the initial current; this current at E=+1,100 V is determined to be 600 mV and dramatically increase with increasing duration of the polarization.

Processes of dissolving metallic iron, cementite and graphite carbon particles presented in the original carbon black, contribute to the described current growth:



It is known that the above-mentioned reaction is characterized by the following values of the standard electrode potential:

$$E^0 = 0,207 - 0,059\text{pH} + 0,0148\text{lg}P_{\text{CO}_2}$$

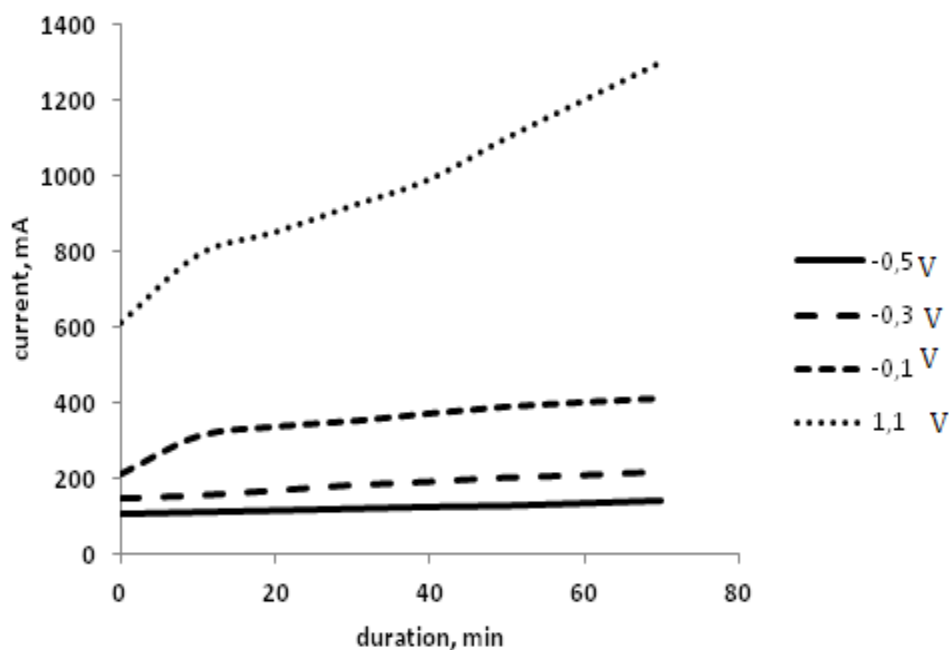


Figure 1 – Anodic potentiostatic curves obtained in aqueous 0.1 M H_2SO_4

Our calculations show that the electrochemical reaction of carbon dissolution can take place in the aforementioned conditions.

Gas emission process is visually observed on the electrode at $E = +1,100$ V; this fact is related primarily, with the decomposition of water to produce oxygen; besides, carbon dioxide formation also makes some contribution to the gas emission process.

It should be mentioned that potentiostatic curves, like CVs, are not well reproduced. This fact can be explained by the heterogeneity of the starting material's surface which is enhanced by the electrochemical treatment process.

Cathodic potentiostatic curves obtained in aqueous solutions of 0.1 M H_2SO_4 are characterized by the wave of hydrogen releasing at $E = -0,8$ V.

When carrying out the process in the presence of 0.1M $FeSO_4$ at $E = -0.5$ V, the current of Fe^{2+} discharging to metallic iron is observed.

It is known that carbides, including iron carbides, have an increased activity relative to hydrogen. Furthermore, the hydrogen released during cathodic polarization of the sample may be reacted with the oxides, included in the original catalyst. Partial hydrogen adsorption by the carbon material surface is also possible. Thus, the cathodic polarization of Fe/N/C catalyst changes its composition, which should certainly lead to changes in the catalyst properties toward oxygen reduction reaction.

The anodic polarization of the initial sample does not lead to the formation of new phases in the material, however, is changing, and in some cases substantially, the phase relationship in the Fe/N /C catalyst.

Table 1 provides information on changing the quantitative phase ratio in the anodic treated catalyst (potentiostatic mode), depending on the operating mode (electrolysis mode).

Table 1

Phase Content (%) in the catalyst samples, depending on the processing conditions in potentiostatic mode

Phase	Number of sample						
	1	2	3	4	5	6	7
FeS	19	19	21	22	22	23	23
FeO	6	6	7	7	9	9	9
Fe_2O_3	10	10	10	12	11	12	12
FeSi	4	4	5	6	6	6	7
Fe_3C	29	28	25	22	18	11	8
Fe_3N	19	20	20	21	23	23	25
α -Fe	8	8	10	10	11	12	14

The conditions of samples treatment:

1: without treatment; 2: $E = -0,3$ V, 30 min; 3: $E = -0,3$ V; 30 min; 4: $E = -0,1$ V, 30 min; 5: $E = -0,1$ V, 60 min; 6: $E = +0,1$ V, 30 min; 7: $E = +0,1$ V, 60 min.

XRF analysis results confirm assumptions about the nature of the processes made at the analysis of electrochemical measurements. The anodic treatment of the

starting material promotes partial dissolution of α -Fe, Fe_3C , and carbon particles, resulting in a reduction of the cementite in the processed material. The content of α -Fe, on the contrary, increases, due to the release of free iron in the decay of the cementite.

Conclusions

Thus, the possibility of changing the composition (and hence the properties) of Fe/N/C catalysts by electrochemical treatment is demonstrated for the first time. Anodic polarization leads to partial dissolution of α -Fe, Fe₃C and carbon particles. Carrying out the electrolysis in the presence of an iron salt leads to formation of the metallic iron, thereby increasing its content in the treated sample.

References

1. Peighambardoust S. J., Rowshanzamir S., Amjadi M. Review of the proton exchange membranes for fuel cell applications //International Journal of Hydrogen Energy. – 2010. – V. 35. – №. 17. – P. 9349-9384.
2. Miller M., Bazylak A. A review of polymer electrolyte membrane fuel cell stack testing //Journal of Power Sources. – 2011. – V. 196. – №. 2. – P. 601-613.
3. Yuan, X. Z., Li, H., Zhang, S., Martin, J., Wang, H. A review of polymer electrolyte membrane fuel cell durability test protocols //Journal of Power Sources. – 2011. – V. 196. – №. 22. – P. 9107-9116.
4. Chen, Z., Higgins, D., Yu, A., Zhang, L., & Zhang, J. A review on non-precious metal electrocatalysts for PEM fuel cells //Energy & Environmental Science. – 2011. – V. 4. – №. 9. – P. 3167-3192.
5. Othman R., Dicks A. L., Zhu Z. Non precious metal catalysts for the PEM fuel cell cathode //International journal of hydrogen energy. – 2012. – T. 37. – №. 1. – C. 357-372.
6. Kramm U. I., Bogdanoff P., Fiechter S. Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cells (PEM-FC) and Non-noble Metal Catalysts for Oxygen Reduction //Fuel Cells. – Springer New York, 2013. – P. 519-575
7. Kim, J. R., Kim, J. Y., Han, S. B., Park, K. W., Saratale, G. D., Oh, S. E. Application of Co-naphthalocyanine (CoNpC) as alternative cathode catalyst and support structure for microbial fuel cells //Biore-source technology. – 2011. – V. 102. – №. 1. – P. 342-347
8. Dombrovskis, J. K., Jeong, H. Y., Fossum, K., Terasaki, O., & Palmqvist, A. E. Transition metal ion-chelating ordered mesoporous carbons as noble metal-free fuel cell catalysts //Chemistry of Materials. – 2013. – V. 25. – №. 6. – P. 856-861
9. Wang, Q., Zhou, Z. Y., Lai, Y. J., You, Y., Liu, J. G., Wu, X. L., Sun, S. G. Phenylendiamine-Based FeNx/C Catalyst with High Activity for Oxygen Reduction in Acid Medium and Its Active-Site Probing //Journal of the American Chemical Society. – 2014. – V. 136. – №. 31. – P. 10882-10885.

РАЗРАБОТКА РАЦИОНАЛЬНОГО СПОСОБА СИНТЕЗА МОЛИБДАТА СВИНЦА В ВЫСОКОДИСПЕРСНОМ СОСТОЯНИИ В РАСПЛАВАХ СИСТЕМЫ $\text{Na}_2\text{MoO}_2\text{O}_7 - \text{Pb}_3\text{O}_4$

Шурдумов Г.К.

Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова, г. Нальчик, доктор химических наук, профессор

Черкесов З.А.

Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова, г. Нальчик, кандидат химических наук, доцент

Кандурова Э.Ф.

Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова, г. Нальчик, магистранты

DEVELOPMENT OF RATIONAL METHOD FOR THE SYNTHESIS OF LEAD MOLYBDATE IN VYSOKODISPERSNOM STATES IN MELTS OF THE SYSTEM $\text{Na}_2\text{MoO}_2\text{O}_7 - \text{Pb}_3\text{O}_4$

Shurdumov G. K., Kabardino-Balkar state University. after H. M. Berbekov, Nalchik, doctor of chemical Sciences, professor

Cherkesov Z.A., Kabardino-Balkar state University. after H. M. Berbekov, Nalchik, candidate of chemical Sciences, docent

Kandurova E.F.

Pchigausheva A.G., Kabardino-Balkar state University. after H. M. Berbekov, Nalchik, candidate of chemical Sciences, undergraduates

АННОТАЦИЯ

В работе представлен материал по термодинамическому анализу взаимодействия димоллибдата натрия с ортолюмбатов свинца, а также данные по разработке рационального способа синтеза PbMoO_4 в расплавах этой системы, отличающийся безотходностью, высокими производительностью и выходом целевого продукта марки «х.ч.» в нанокристаллическом состоянии. Она содержит также материал по идентификации синтезированного продукта современными методами исследования.

ABSTRACT

The paper presents material on the thermodynamic analysis of the interaction dimolybdate sodium icolumbia lead, as well as data on the development of a rational method for the synthesis of PbMoO_4 in the melts of this

system, characterized by waste-free, high productivity and yield of the target product brand "h.ch." in the nano-crystalline state. It also contains material on identifying the synthesized product of modern research methods.

Ключевые слова: димолибдат натрия, ортоплюмбат свинца, термодинамика, синтез, молибдат свинца, идентификация.

Keywords: dimolybdate sodium, italybut lead, thermodynamics, synthesis, molybdate of lead, identification.

Введение

Молибдат свинца, полученный впервые в первой половине 19 столетия [1], в настоящее время широко известный перспективный материал, удовлетворяющий в заметной степени потребности лазерной техники [2] и акустооптических модуляторов [3,4], люминофор [5], фотокатализатор [6,7], фотопроводник [6], компонент красного пигмента – свинцово – молибдатного крона [8] и др. Однако существующие методы его получения, основанные на обменных реакциях растворимых солей свинца (хлорид, нитрат, ацетат) с молибдатом натрия (аммония), молибдата натрия с $PbCl_2$ в расплавах [1,9,10], а также на взаимодействии оксида свинца (II) с MoO_3 [1,11-14] страдают рядом недостатков, связанных с гидролитическим разложением реагентов и образующегося $PbMoO_4$ в растворах [15], термической нестабильностью $PbCl_2$ в расплавах [16] и высокой летучестью MoO_3 при твердофазном синтезе молибдата свинца [17], составляющей при температуре плавления ($795^\circ C$) более 267Па. Таким образом, проблема синтеза молибдата свинца не может быть решена рационально на основе реакций в водных растворах и твердых фазах и отчасти в некоторых расплавах.

Возникает необходимость поиска оптимальных путей синтеза $PbMoO_4$ и разработки на этой основе рационального способа получения молибдата свинца, лишённого недостатков известных методов и отличающегося высокими производительностью процесса, при относительно низкой температуре

($650^\circ C$), выходом основного вещества и содержанием последнего в полученном препарате не ниже марки «х.ч.», что с точки зрения авторов, можно реализовать на базе расплавной технологии [1,18,19].

В соответствии с изложенным цель настоящей работы – решение этой задачи на базе расплавов системы $Na_2MoO_2O_7 - Pb_3O_4$.

Теоретический анализ возможности реакций взаимодействия димолибдата натрия с оксидами свинца в расплавах и выбор рабочей системы для синтеза $PbMoO_4$

Априори, наряду с рабочей $Na_2Mo_2O_7 - Pb_3O_4$ на базе димолибдата натрия и других оксидов свинца возможны также системы $Na_2Mo_2O_7 - PbO$ и $Na_2Mo_2O_7 - PbO_2$, потенциально пригодные для синтеза $PbMoO_4$.

Поэтому для рационального достижения сформулированной цели работы принципиальное значение имеет решение вопроса о термодинамической разрешенности синтетических процессов как исходного реагента $Na_2Mo_2O_7$, так и искомого молибдата свинца на основе систем димолибдат натрия – $PbO(PbO_2)$, так как это даст возможность сделать рациональный выбор рабочей системы из числа имеющихся.

В этой связи, нами, на основе метода Темкина-Шварцмана и уравнения изотермы химических реакций Вант-Гоффа [20] была оценена термодинамическая вероятность протекания соответствующих реакций, данные по которым приводятся ниже в таблице 1.

Таблица 1

Изобарно – изотермические потенциалы ΔrG_T^0 и константы равновесия K_p^0 в системах $Na_2MoO_4 - MoO_3$, $Na_2Mo_2O_7 - PbO$, $Na_2Mo_2O_7 - PbO_2$, $Na_2Mo_2O_7 - Pb_3O_4$

Реакции	Уравнения $\Delta rG_T^0 = \varphi(T)$	ΔrG_T^0 , кДж/моль и K_p^0 при температурах, К		
		823	873	923
1. $Na_2MoO_4 + MoO_3 = Na_2Mo_2O_7$	$\Delta rG_T^0 = -31,35 - 0,01347T + M_0 \Delta rC_p^0 T$	-42,39 $4,89 \cdot 10^2$	-43,04 $3,76 \cdot 10^2$	-43,69 $2,96 \cdot 10^2$
2. $Na_2Mo_2O_7 + PbO = Na_2MoO_4 + PbMoO_4$	$\Delta rG_T^0 = -53,22 - 0,00927T + M_0 \Delta rC_p^0 T$	-61,05 $7,49 \cdot 10^3$	-61,66 $4,88 \cdot 10^3$	-62,13 $3,28 \cdot 10^3$
3. $Na_2Mo_2O_7 + PbO_2 = Na_2MoO_4 + PbMoO_4 + 0,5O_2$	$\Delta rG_T^0 = 4,06 - 0,10598T - M_0 \Delta rC_p^0 T$	-83,90 $2,11 \cdot 10^5$	-89,46 $2,25 \cdot 10^5$	-95,04 $2,39 \cdot 10^5$
4. $3Na_2Mo_2O_7 + Pb_3O_4 = 3Na_2MoO_4 + 3PbMoO_4 + 0,5O_2$	$\Delta rG_T^0 = -94,10 - 0,11737T - M_0 \Delta rC_p^0 T$	-190,62 $1,25 \cdot 10^{12}$	-196,77 $5,91 \cdot 10^{11}$	-202,30 $2,80 \cdot 10^{11}$

Как следует из данных табл.1, реакции (1)-(4) термодинамически разрешены и все они могут быть использованы для разработки рационального способа синтеза молибдата свинца. Однако, как нетрудно заметить в них четко прослеживается закономерность роста термодинамической вероятности процессов в ряду систем $Na_2Mo_2O_7 - PbO$, $Na_2Mo_2O_7 -$

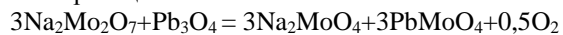
PbO_2 , $Na_2Mo_2O_7 - Pb_3O_4$, т.е. она максимальна для процесса в системе димолибдата натрия – ортоплюмбат свинца.

С учетом этого и доступности реагентов, в качестве рабочей системы для разработки рационального способа синтеза молибдата свинца, т.е. для достижения цели настоящей работы выбран композит

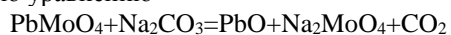
веществ из димолибдата натрия и ортоплюмбата свинца, который характеризуется не только максимальными значениями (по сравнению с реакциями (2) и (3)) термодинамических критериев (ΔrG^0_T и K^0_p) реакционной способности химических систем, но также своей высокой производительностью как по времени протекания синтетического процесса, так и по количеству вещества $PbMoO_4$ образующегося за единичный акт реакции. Положительной особенностью системы $Na_2Mo_2O_7-Pb_3O_4$ для синтеза $PbMoO_4$ является также тот факт, что высвобождающийся при реакции Na_2MoO_4 дает с образующимся $PbMoO_4$ эвтектику, что имеет принципиальное значение в выделении из спека молибдата свинца в высокочистом состоянии.

Экспериментальная часть

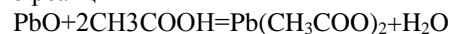
В работе для достижения ее цели, наряду с принципами термодинамики использовались РФА (рентгеновский дифрактометр ДРОН 6), методы химического и сидемнтационного (на приборе Fritsch Analysette 22 Nanotek Plus) анализов. В качестве исходных веществ применялись перекристаллизованный и обезвоженный молибдат натрия и оксид молибдена (VI) - оба марки «ч.д.а.», из которых был синтезирован димолибдат натрия. Экспериментальная температура плавления последнего $612^\circ C$, близка к ее справочному значению – $614^\circ C$. Для синтеза $PbMoO_4$ исходные реагенты тщательно растирают и просеивают через сито (0,25мкм). Далее из полученных отсеков в соответствии с уравнением реакции



составляют стехиометрические смеси заданных масс, которые вносятся в тигли. Для ее гомогенизации туда же добавляется ацетон, который затем полностью удаляется до начала реакций. Тигель с реагентами ставится в муфельную печь при температуре $650^\circ C$ и выдерживают в ней 1-1,5ч. до достижения постоянной массы. Полученный таким образом спек охлаждают до комнатной температуры, выщелачивают горячей ($70-80^\circ C$) дистиллированной водой, осадок $PbMoO_4$ (его $PP_{PbMoO_4} = 3,3 \cdot 10^{-13}$, а растворимость Na_2MoO_4 $S_{Na_2MoO_4} = 77,94^{80}$) отфильтровывают, промывают на фильтре дистиллированной водой до отрицательной реакции на молибдат-ион. Полученный продукт сушат при $200-250^\circ C$ в течение 1ч., а затем прокалывают в муфельной печи при $300-350^\circ C$ до постоянной массы. Выход свинца (II) молибденовокислого 99,88% от теоретического. В основу идентификации синтезированного $PbMoO_4$ методом химического анализа положена реакция его термического разложения в твердой фазе карбонатом натрия по уравнению



По достижении постоянства массы смеси PbO и Na_2MoO_4 в процессе нагревания в муфельной печи при $650^\circ C$ спек охлаждают до комнатной температуры, выщелачивают горячей ($70-80^\circ C$) дистиллированной водой. Выпавший при этом осадок PbO отфильтровывают, промывают на фильтре дистиллированной водой до отрицательной реакции на MoO_4^{2-} , фильтр с осадком PbO высушивают, сжигают и затем обрабатывают уксусной кислотой ($pH=4$) по реакции



Из полученного раствора ацетата свинца последний определяют в форме $PbMoO_4$ (осаждение молибдатом натрия). Для определения молибдена из фильтрата, использовался разработанный авторами работы [21] метод обратного осаждения, в виде $BaMoO_4$, являющегося его весовой формой.

Результаты и обсуждение

Здесь прежде всего заслуживает внимание затронутый выше вопрос о закономерности роста термодинамической вероятности процессов в ряду систем

$$Na_2Mo_2O_7 - PbO \rightarrow Na_2Mo_2O_7 - PbO_2 \rightarrow Na_2Mo_2O_7 - Pb_3O_4$$

которая, несомненно, связана с тем, что при термической обработке последних, PbO_2 и Pb_3O_4 разлагаются в интервале $290-565$ и $530-565^\circ C$ с образованием PbO и выделением кислорода соответственно и, таким образом, они выступают в качестве генераторов высокодефектного PbO , который в момент формирования вступает в химическое взаимодействие с термически активированным $Na_2Mo_2O_7$, а точнее с термически активированным комплексным анионом $Mo_2O_7^{2-}$ в расплавах с образованием $PbMoO_4$ – один из методов активации высокотемпературных реакций в отсутствие растворителя [22]. При этом важно подчеркнуть, что $PbMoO_4$ с Na_2MoO_4 образует эвтектику, что имеет как указано выше, важное принципиальное значение для технологии разделения продуктов реакций димолибдата натрия с ортоплюмбатов. Кроме того, для достижения цели работы и получения высокочистого $PbMoO_4$ имеет значение мольное отношение продуктов реакции в системе $Na_2Mo_2O_7 - Pb_3O_4$, равное соответственно 1(Na):3(Pb), тогда как для эвтектики в системе $Na_2MoO_4 - PbMoO_4$ оно составляет 2,45(Na):1(Pb). Из этого следует, что кристаллизация молибдата свинца в случае отношение 1(Na):3(Pb) выходит на ликвидус $PbMoO_4$ на диаграмме плавокости системы $Na_2MoO_4 - PbMoO_4$, т.е. имеются все необходимые условия для получения высокочистого $PbMoO_4$. Ниже в таблице 2 приводятся результаты по химическому анализу синтезированного препарата $PbMoO_4$, данные по которым коррелируют с результатами рентгенофазового анализа (табл.3,4, рис.1-3).

Таблица 2

Данные химического анализа PbMoO_4 , синтезированного в системе $\text{Na}_2\text{Mo}_2\text{O}_7\text{-Pb}_3\text{O}_4$

Данные по определению свинца

№	Масса навески PbMoO_4 , для анализа, г.	$m(\text{PbO})_{\text{теор}}$ в навеске PbMoO_4 , г.	$m(\text{PbO})_{\text{эксп.}}$ в навеске PbMoO_4 , г.	Содержание PbO в навеске PbMoO_4 , %		Содержание PbMoO_4 в синтезированном препарате по свинцу, %
				теор.	экспер.	
1	1,5	0,91159	0,91150	60,77	60,76	99,99
2	1,5	0,91159	0,91145	60,77	60,76	99,98
3	1,5	0,91159	0,91143	60,77	60,76	99,98

Данные по определению молибдена

№	Масса навески PbMoO_4 , для анализа, г.	$m(\text{MoO}_3)_{\text{теор}}$ в навеске PbMoO_4 , г.	$m(\text{MoO}_3)_{\text{эксп.}}$ в навеске PbMoO_4 , г.	Содержание MoO_3 в навеске PbMoO_4 , %		Содержание PbMoO_4 в синтезированном препарате по молибдену, %
				теор.	экспер.	
1	1,5	0,58840	0,58790	39,22	39,19	99,92
2	1,5	0,58840	0,58805	39,22	39,20	99,94
3	1,5	0,58840	0,58790	39,22	39,19	99,92

Таблица 3

Значения межплоскостного расстояния, двойного угла, интенсивности и параметров кристаллической решетки PbMoO_4 , синтезированного в расплаве на основе системы $\text{Na}_2\text{Mo}_2\text{O}_7\text{-Pb}_3\text{O}_4$ (общая рентгенограмма на рис. 1).

Pattern List #10

Show	Icon	Color	Index	Name	Parent	Scan	Pattern #
Yes			1	DIF (n1.brml)	Pattern List #10	n1.brml #1	DIF (n1.brml)
Yes			2	PDF 01-074-1075	Pattern List #10	n1.brml #1	PDF 01-074-1075
Yes			3	PDF 01-085-0853	Pattern List #10	n1.brml #1	PDF 01-085-0853
Yes			4	PDF 00-008-0110	Pattern List #10	n1.brml #1	PDF 00-008-0110

Compound Name	Formula	Y-Scale	I/Ic DB	I/Ic User	S-Q	Added Reference	d x by	Scan WL
Commander Sample ID		100.0000 %					1.0000	Yes
Wulfenite	Pb Mo O_4	10.5055 %	16.090				1.0000	Yes
Wulfenite	Pb Mo O_4	48.1207 %	19.140				1.0000	Yes
Wulfenite	Pb Mo O_4	10.8208 %					1.0000	Yes

Wavelength	System	Space Group	a	b	c	alpha	beta	gamma	Z	Volume	Density
1.54060											
1.54060	Tetragonal	I41/a (88)	5.43120		12.10650				4	357.12	6.829
1.54060	Tetragonal	I41/a (88)	5.42000		12.10000				4	355.45	6.860
1.54060	Tetragonal	I41/a (88)	5.44000		12.13000				4	358.97	6.750

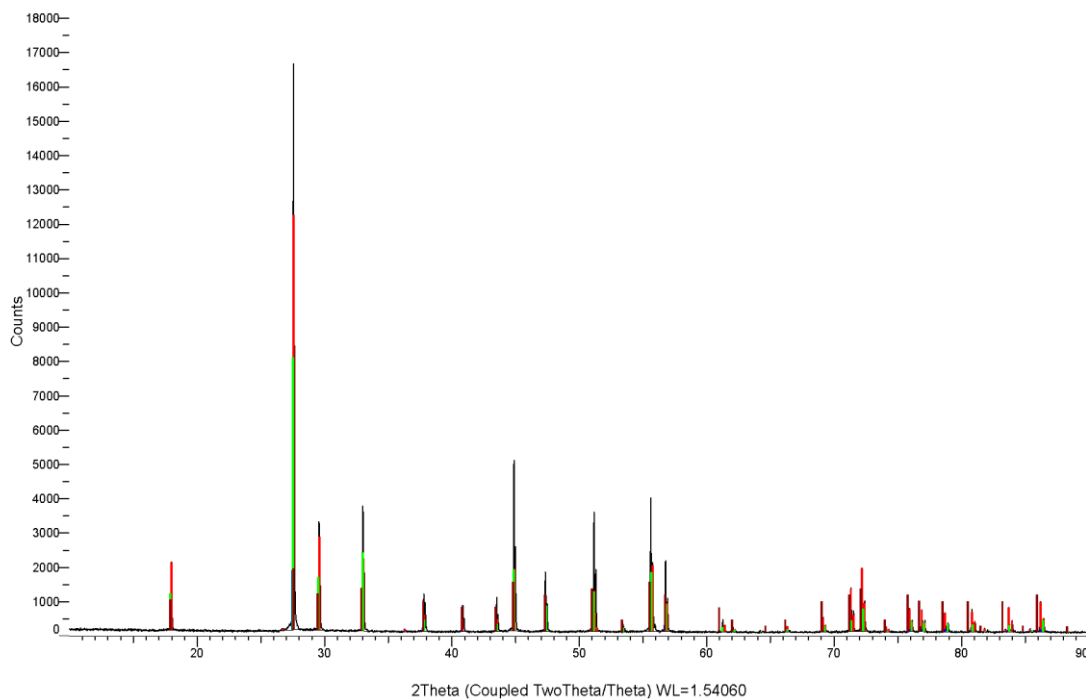
Cell Tuned	F (N)
Invalid	
No	F30= 80.2(0.0081, 46)
No	F30= 70.1(0.0084, 51)
No	F30= 7.4(0.0760, 54)

Таблица 4

Расчет рентгенограммы образца $PbMoO_4$, синтезированного в расплавах системы $Na_2Mo_2O_7-Pb_3O_4$

№	значение d		№	значение d	
	эталон	образец		эталон	образец
1	4,94643	4,92921	20	1,35500	1,35441
2	3,23758	3,23107	21	1,32072	1,31813
3	3,02500	3,01563	22	1,30600	1,30439
4	2,71000	2,70798	23	1,27693	1,27576
5	2,37668	2,37537	24	1,24994	1,25243
6	2,20974	2,20561	25	1,24994	1,24965
7	2,07759	2,07652	26	1,23661	1,23876
8	2,01847	2,01682	27	1,21195	1,21195
9	1,91626	1,91692	28	1,18724	1,18818
10	1,78467	1,77546	29	1,18724	1,18544
11	1,78467	1,78259	30	1,17570	1,17624
12	1,71257	1,71186	31	1,15386	1,15147
13	1,64906	1,64727	32	1,13431	1,13592
14	1,61879	1,61915	33	1,12502	1,12459
15	1,61879	1,61668	34		
16	1,51250	1,51048	35		
17	1,49177	1,49091	36		
18	1,40859	1,40784	37		
19	1,40736	1,35750	38		

Commander Sample ID (Coupled TwoTheta/Theta)

Рис. 1. Рентгенограмма образца $PbMoO_4$, синтезированного в расплавах системы $Na_2Mo_2O_7-Pb_3O_4$

DIF (n1.brml)

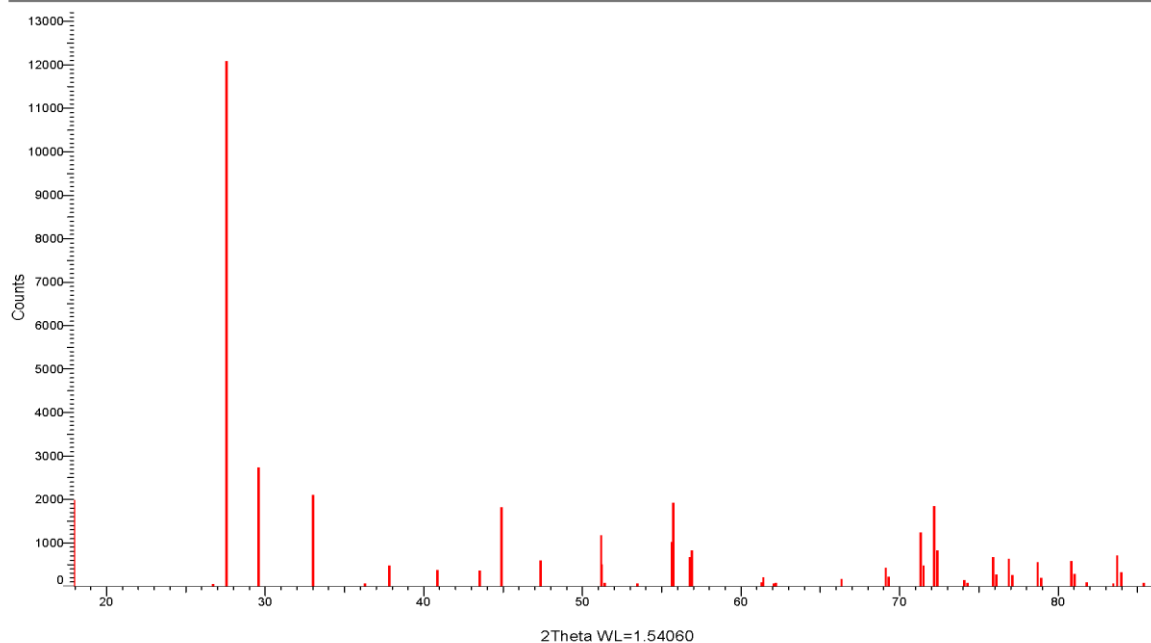


Рис. 2. Штрихрентгенограмма образца молибдата свинца, синтезированного в расплавах системы $\text{Na}_2\text{Mo}_2\text{O}_7\text{-Pb}_3\text{O}_4$

Pattern List #10

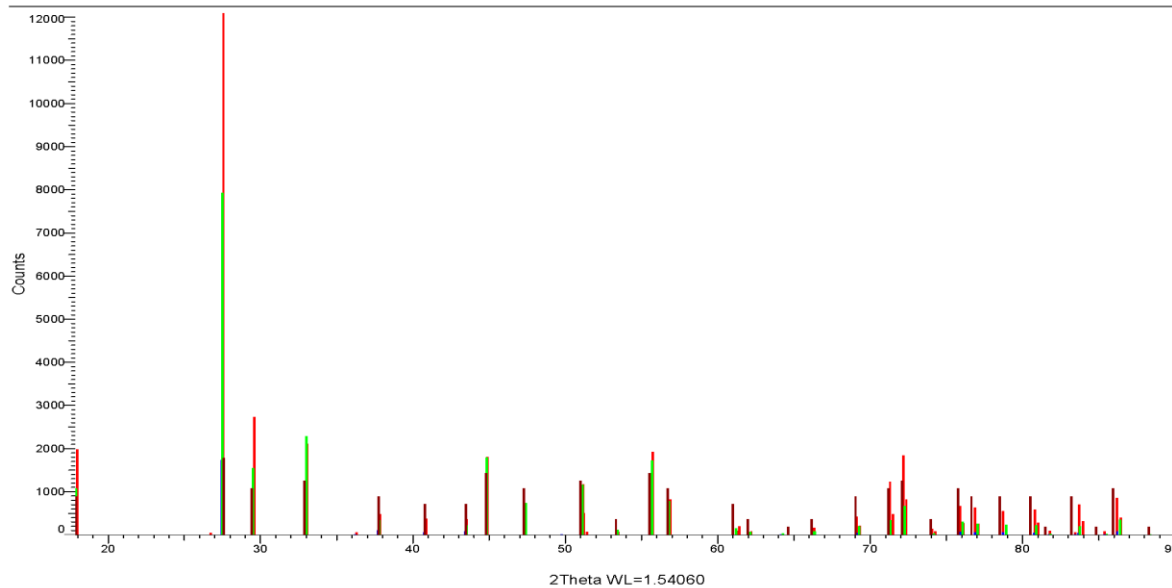


Рис. 3. Штрихрентгенограмма эталона молибдата свинца

В связи с известными и возможными областями применения PbMoO_4 представляет интерес знание размеров его частиц, данные по которым,

определенные, как указано выше, на приборе Fritsch Analysette 22 Nanotek Plus, представлены на рис.4.

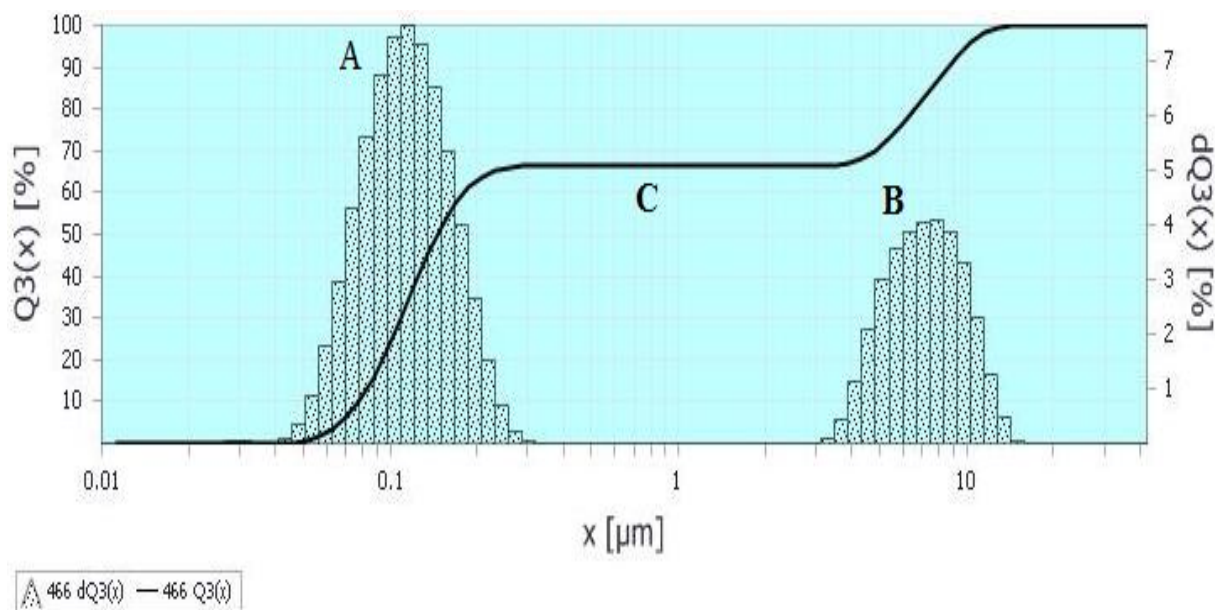


Рис. 4. Гистограммы (A, B) и интегральная кривая (C) распределения частиц $PbMoO_4$, синтезированного в расплавах системы $Na_2Mo_2O_7-Pb_3O_4$

Как видно, они лежат в интервале 0,03-0,08 миллимикрон. Таким образом, на основе системы $Na_2Mo_2O_7-Pb_3O_4$ можно осуществить синтез нанокристаллического $PbMoO_4$ марки «х.ч.» при высоком выходе основного вещества и производительности процесса.

Заключение

Проведен термодинамический анализ химического взаимодействия димолибдата натрия с оксидом, диоксидом и ортоплюмбодом свинца и показано, что максимальной вероятностью среди всех проанализированных процессов, ведущих к образованию $PbMoO_4$, обладает реакция $Na_2Mo_2O_7$ с Pb_3O_4 . Заслуживает внимание также тот факт, что данная система как вещественная база рациональной технологии получения молибдата свинца характеризуется целым рядом и других положительных параметров, в числе которых:

- доступность реагентов, простота технологии получения $Na_2Mo_2O_7$ с относительно низкой температурой плавления ($614^{\circ}C$) и заметной термической стабильностью;

- безотходность технологии получения $PbMoO_4$. Ее продуктами являются искомое вещество – молибдат свинца и исходный молибдат натрия, который играет роль активатора и переносчика MoO_3 в реакционную зону, где он взаимодействует с высокодефектным PbO в момент его «рождения» из Pb_3O_4 с превращением в $PbMoO_4$. При этом образовавшийся Na_2MoO_4 в практически неизменном количестве и качестве может быть регенерирован и вновь введен в синтетический процесс или преобразован в молибдаты s(щелочноземельных)-, d- и f-элементов;

- создание условий соблюдения стехиометрии реагентов за счет исключения летучести MoO_3 , имеющей, например, место при твердофазном синтезе $PbMoO_4$ в системах оксид молибдена (VI) – оксид свинца (II, IV);

- высокая производительность процесса синтеза $PbMoO_4$ (1-1,5ч., $650^{\circ}C$) и др.

Перечисленные особенности системы $Na_2Mo_2O_7 - Pb_3O_4$ и разработанного на ее основе способа синтеза $PbMoO_4$, а также простота технологического его оформления делают их перспективными для переноса на крупномасштабное производство.

Литература

1. Gmelins Handbuch der Anorganischen chemie. W. Berlin: 1933. S.393-398.
2. Савон А.Е. Оптические и люминесцентные свойства молибдатов при возбуждении синхронным излучением в области фундаментального поглощения. Автореф. дис... канд. наук. Москва. 2012 – 37с.
3. Кимура Мицухиро, Масумото Тосиаки. Получение монокристаллов молибдата свинца, используемых в качестве модуляторов света. Япония. 1982. 57145100 Заявлено 26.2.81; Опубликовано 7.9.82 1983 – 23
4. Шурдумов Г.К., Шурдумов Б.К., Хоконова Т.Н. Сб: Физика и химия перспективных материалов. Нальчик: Каб.-Балк. ун-т. 1998. с. 45-53.
5. W.van Loo. Luminescence of lead molybdate and lead tungstate. Discussion. Phys. stat. Sol. 1975. V(a)28. – P 227-235.
6. Агамалян Н.Р., Вартанян Э.С., Казарян Л.М., Погосян А.Р. Особенности фотоэлектрических свойств кристаллов молибдата свинца ИНАН Армении. Физика. 1997. т.32. №4. С.175-191.
7. Овсерян Р.К. Влияние состава шихты на темновую фотопроводимость кристаллов молибдата свинца. Неорган. материалы. 2000. т.36. №11. с.1382-1385.
8. Химический энциклопедический словарь.- М.: Советская энциклопедия, 1983. 792с.
9. Мохосоев М.В., Кривобок В.И., Батура З.Е., Самсонова Г.Я. Способ получения молибдата

свинца высокой степени чистоты. СССР. 1979. 944798123. Заявлено 01.03.65, опубликовано 30.05.79. Бюл. №20.

10. Какио Тосихито, Мики Кэйити. Способ получения молибдата свинца. Япония. 393629 Заявлено 5.9.89, Опубликовано 18.4.91.

11. Мохосоев М.В., Алексеев Ф.П., Луцык В.И. Диаграммы состояния молибдатных и вольфраматных систем. Новосибирск: Наука, 1978. 328с.

12. Григорьева Л.Ф. Диаграммы состояния систем тугоплавких оксидов. Вып.5. Двойные системы. Ч.4.Л.:Наука,1988. 348с.

13. Арутюнов С.А. Исследование технологии получения молибдата свинца из молибденитового концентрата. Вестник ГИУА. Серия «Металлургия, материаловедение, недропользование». 2012. Вып.15. №1. с.15-21.

14. Зырянов В.В., Лазыко Ф.А. Механохимический синтез молибдата свинца $PbMoO_4$. Изв. СО АН СССР. Сер. хим. наук. 1990. №2. с.96-100

15. Морачевский Ю.В., Лебедева Л.И. О составе ионов, образуемых шестивалентным молибденом в растворах. – Журн. неорган. химии. 1960. Т.5, №10. 22238-2241.

16. Фурман А.А. Неорганические хлориды.- М.: Химия, 1980.-416с.

17. Жуковский В.М. Статика и динамика процессов твердофазного синтеза молибдатов двухвалентных металлов. Автореф. дис....докт. хим. наук.- Свердловск: Уральский гос. ун-т, 1974-67с.

18. Шурдумов Г.К., Шурдумов Б.К., Барагунова Л.Х. Свинец (II) молибденовоокислый, «химически чистый». ТУ 6-09-40-392-84. Предприятие Почтовый ящик А-7815. Регистрационный №848 от 06.09.85г., г.Нальчик: Каб.-Балк. ун-т, 1984

19. Шурдумов Г.К., Гонов С.Ж., Шурдумов Б.К., Калмыкова А.М. Синтез молибдата свинца в расплавах системы $K,Na,Pb/NO_3,MoO_4$. Расплавы. 2014. №6. с.1-10.

20. Герасимов Я.И. и др. Курс физической химии. т.1.М.: Химия, 1970.592с.

21. Шурдумов Г.К., Тлимахова Е.Х., Шурдумов Б.К. Синтез вольфрамата кобальта в расплавах системы $(K_2WO_4-KCl)_{эвт.}-CoSO_4$. Журн. неорган. химии. 2010. Т.55. №9.С.1568-1572

22. Третьяков Ю.Д. Твердофазные реакции. М.: Химия, 1978. 360с.

VOL 1, No 8(8) (2016)

Sciences of Europe
(Praha, Czech Republic)

ISSN 3162-2364

The journal is registered and published in Czech Republic.
Articles in all spheres of sciences are published in the journal.

Journal is published in Czech, English, Polish, Russian, Chinese, German and French.

Articles are accepted each month.

Frequency: 12 issues per year.

Format - A4

All articles are reviewed

Free access to the electronic version of journal

All manuscripts are peer reviewed by experts in the respective field. Authors of the manuscripts bear responsibility for their content, credibility and reliability.

Editorial board doesn't expect the manuscripts' authors to always agree with its opinion.

Chief editor: Petr Bohacek

Managing editor: Michal Hudecek

Jiří Pospíšil (Organic and Medicinal Chemistry) Zentiva

Jaroslav Fährnich (Organic Chemistry) Institute of Organic Chemistry and Biochemistry Academy of Sciences of the Czech Republic

Smirnova Oksana K., Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Department of History (Moscow, Russia);

Rasa Boháček – Ph.D. člen Česká zemědělská univerzita v Praze

Naumov Jaroslav S., MD, Ph.D., assistant professor of history of medicine and the social sciences and humanities. (Kiev, Ukraine)

Viktor Pour – Ph.D. člen Univerzita Pardubice

Petrenko Svyatoslav, PhD in geography, lecturer in social and economic geography. (Kharkov, Ukraine)

Karel Schwaninger – Ph.D. člen Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava

Kozachenko Artem Leonidovich, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Department of History (Moscow, Russia);

Václav Pittner -Ph.D. člen Technická univerzita v Liberci

Dudnik Oleg Arturovich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Department of Physical and Mathematical management methods. (Chernivtsi, Ukraine)

Konovalov Artem Nikolaevich, Doctor of Psychology, Professor, Chair of General Psychology and Pedagogy. (Minsk, Belarus)

«Sciences of Europe» -

(Global science center LP)

Editorial office: Křižíkova 384/101 Karlín, 186 00 Praha

E-mail: info@european-science.org

Web: www.european-science.org