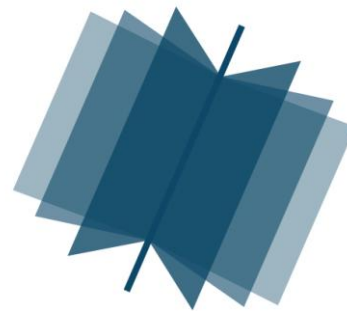

**МЕЖДУНАРОДНЫЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ЖУРНАЛ**

INTERNATIONAL RESEARCH JOURNAL

**ISSN 2303-9868 PRINT
ISSN 2227-6017 ONLINE**

Екатеринбург
2016



Периодический теоретический и научно-практический журнал.
Выходит 12 раз в год.
Учредитель журнала: ИП Соколова М.В.
Главный редактор: Миллер А.В.
Адрес редакции: 620075, г. Екатеринбург, ул. Красноармейская,
д. 4, корп. А, оф. 17.
Электронная почта: editors@research-journal.org
Сайт: www.research-journal.org

**№5 (47) 2016
Часть 5
Май**

Подписано в печать 20.05.2016.
Тираж 900 экз.
Заказ 26136
Отпечатано с готового оригинал-макета.
Отпечатано в типографии ООО "Компания ПОЛИГРАФИСТ",
623701, г. Березовский, ул. Театральная, дом № 1, оф. 88.

Сборник по результатам I заочной научной конференции International Research Journal.

За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы.

Журнал имеет свободный доступ, это означает, что статьи можно читать, загружать, копировать, распространять, печатать и ссылаться на их полные тексты с указанием авторства без каких либо ограничений. Тип лицензии CC поддерживаемый журналом: Attribution 4.0 International (CC BY 4.0). Журнал входит в международную базу научного цитирования **Agris**.

Номер свидетельства о регистрации в Федеральной Службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций: **ПИ № ФС 77 – 51217**.

Члены редколлегии:

Филологические науки: Растягаев А.В. д-р филол. наук, Сложеникина Ю.В. д-р филол. наук, Штрекер Н.Ю. к.филол.н., Вербицкая О.М. к.филол.н.

Технические науки: Пачурин Г.В. д-р техн. наук, проф., Федорова Е.А. д-р техн. наук, проф., Герасимова Л.Г., д-р техн. наук, Курасов В.С., д-р техн. наук, проф., Оськин С.В., д-р техн. наук, проф.

Педагогические науки: Лежнева Н.В. д-р пед. наук, Куликовская И.Э. д-р пед. наук, Сайкина Е.Г. д-р пед. наук, Лукьянова М.И. д-р пед. наук.

Психологические науки: Мазилев В.А. д-р психол. наук, Розенова М.И., д-р психол. наук, проф., Ивков Н.Н. д-р психол. наук.

Физико-математические науки: Шамолин М.В. д-р физ.-мат. наук, Глезер А.М. д-р физ.-мат. наук, Свиштунов Ю.А., д-р физ.-мат. наук, проф.

Географические науки: Умывакин В.М. д-р геогр. наук, к.техн.н. проф., Брылев В.А. д-р геогр. наук, проф., Огуреева Г.Н., д-р геогр. наук, проф.

Биологические науки: Буланый Ю.П. д-р биол. наук, Аникин В.В., д-р биол. наук, проф., Еськов Е.К., д-р биол. наук, проф., Шеуджен А.Х., д-р биол. наук, проф.

Архитектура: Янковская Ю.С., д-р архитектуры, проф.

Ветеринарные науки: Алиев А.С., д-р ветеринар. наук, проф., Татарникова Н.А., д-р ветеринар. наук, проф.

Медицинские науки: Медведев И.Н., д-р мед. наук, д.биол.н., проф., Никольский В.И., д-р мед. наук, проф.

Исторические науки: Меерович М.Г. д-р ист. наук, к.архитектуры, проф., Бакулин В.И., д-р ист. наук, проф., Бердинских В.А., д-р ист. наук, Лёвочкина Н.А., к.ист.наук, к.экон.н.

Культурология: Куценков П.А., д-р культурологии, к.искусствоведения.

Искусствоведение: Куценков П.А., д-р культурологии, к.искусствоведения.

Философские науки: Петров М.А., д-р филос. наук, Бессонов А.В., д-р филос. наук, проф.

Юридические науки: Грудцына Л.Ю., д-р юрид. наук, проф., Костенко Р.В., д-р юрид. наук, проф., Камышанский В.П., д-р юрид. наук, проф., Мазуренко А.П. д-р юрид. наук, Мещерякова О.М. д-р юрид. наук, Ергашев Е.Р., д-р юрид. наук, проф.

Сельскохозяйственные науки: Важов В.М., д-р с.-х. наук, проф., Раков А.Ю., д-р с.-х. наук, Комлацкий В.И., д-р с.-х. наук, проф., Никитин В.В. д-р с.-х. наук, Наумкин В.П., д-р с.-х. наук, проф.

Социологические науки: Замараева З.П., д-р социол. наук, проф., Солодова Г.С., д-р социол. наук, проф., Кораблева Г.Б., д-р социол. наук.

Химические науки: Абдиев К.Ж., д-р хим. наук, проф., Мельдешов А. д-р хим. наук.

Науки о Земле: Горяинов П.М., д-р геол.-минерал. наук, проф.

Экономические науки: Бурда А.Г., д-р экон. наук, проф., Лёвочкина Н.А., д-р экон. наук, к.ист.н., Ламоттке М.Н., к.экон.н.

Политические науки: Завершинский К.Ф., д-р полит. наук, проф.

Фармацевтические науки: Тринеева О.В. к.фарм.н., Кайшева Н.Ш., д-р фарм. наук, Ерофеева Л.Н., д-р фарм. наук, проф.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ / PHYSICS AND MATHEMATICS

КРАЕВАЯ ЗАДАЧА ПЕРВОГО РОДА ДЛЯ ЛИНЕЙНОГО ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ ВТОРОГО ПОРЯДКА С ОТКЛОНЯЮЩИМСЯ АРГУМЕНТОМ НА СИММЕТРИЧНОМ ОТРЕЗКЕ.....	6
ЧИСЛЕННЫЙ МЕТОД РЕШЕНИЯ КРАЕВОЙ ЗАДАЧИ ПЕРВОГО РОДА ДЛЯ ЛИНЕЙНОГО ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ ВТОРОГО ПОРЯДКА С ОТКЛОНЯЮЩИМСЯ АРГУМЕНТОМ НА СИММЕТРИЧНОМ ОТРЕЗКЕ.....	11
LOW-FREQUENCY DIELECTRIC RELAXATION IN SILVER STEARATE LAYERS	16
ДИНАМИЧЕСКАЯ ПОТЕРЯ УСТОЙЧИВОСТИ ПРЕДВАРИТЕЛЬНО НАГРУЖЕННОЙ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ОБОЛОЧКИ ПРИ ДЕЙСТВИИ НЕРАВНОМЕРНОГО ВНЕШНЕГО ДАВЛЕНИЯ.....	21
СВЕРХМОЩНОЕ ПОЛУДИПОЛЬНОЕ СВЧ МАГНИТНОЕ ПОЛЕ КОМПАКТНОЙ ФОРМЫ В СВЕРХМАЛОМ ОБЪЕМЕ ПРОСТРАНСТВА	29
ОТОБРАЖЕНИЕ ЕВКЛИДОВЫХ ПРОСТРАНСТВ.....	38
ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ НИЗКОЙ ЧАСТОТЫ НА ПЛАЗМУ КРОВИ ЛАБОРАТОРНЫХ КРЫС	44
ИГРЫ С КЛЕТОЧНЫМИ МАТРИЦАМИ КАК ИГРЫ ПРЕСЛЕДОВАНИЯ И УБЕГАНИЯ.....	47
ИГРЫ С КЛЕТОЧНЫМИ МАТРИЦАМИ.....	51

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ / BIOLOGY

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ ДИНАМИКИ УРОЖАЙНОСТИ <i>FAGOPYRUM ESCULENTUM</i> MOENCH. В ПРЕДГОРЬЯХ САЛАИРА	55
ВЫБОР КРИТЕРИЯ ДЛЯ РАЗДЕЛЕНИЯ ДЕРЕВЬЕВ ПО ФОРМЕ ПОПЕРЕЧНОГО СЕЧЕНИЯ СТВОЛА	58
EVALUATION OF PHYSICAL DEVELOPMENT DYNAMICS IN MODERN CHILDREN 7-8 YEARS OF AGE...	62
МОРФОЛОГИЯ ГЕНЕРАТИВНЫХ ОРГАНОВ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА <i>ALLIUM L.</i>	65
ВЛИЯНИЕ ВЫБРОСОВ АВТОТРАНСПОРТА НА ЗАЩИТНЫЕ ЛЕСА В УСЛОВИЯХ ВОСТОЧНОГО ЗАБАЙКАЛЬЯ	69
ДУБИЛЬНЫЕ ВЕЩЕСТВА ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ СЕМЕЙСТВА <i>GERANIACEAE</i> БУРЯТИИ	73
ОЦЕНКА УСПЕШНОСТИ ИНТРОДУКЦИИ И ДЕКОРАТИВНОСТИ СЕВЕРОАМЕРИКАНСКИХ ВИДОВ РОДА ЧЕРЕМУХА В ДЕНДРАРИИ ГОРНОТАЕЖНОЙ СТАНЦИИ ДВО РАН	75
статья изъята: АДАПТАЦИЯ И НЕСПЕЦИФИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ ЗАЩИТЫ	79
статья изъята: ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ АДАПТАЦИИ И МЕХАНИЗМОВ ЕЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ.....	81
ОСОБЕННОСТИ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ГЕМОДИНАМИКИ МАЛЬЧИКОВ 7-8 ЛЕТ	82
РЕДКИЕ ВИДЫ РАСТЕНИЙ В ПЕРЕДЕЛАХ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ СТЕПНОЙ ЭКОСИСТЕМЫ ЗАПАДНО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ.....	85
АДАПТАЦИОННЫЕ МЕХАНИЗМЫ УСТОЙЧИВОСТИ ЯБЛОНИ К СТРЕСС-ФАКТОРАМ ЗИМНЕГО ПЕРИОДА	87
ВНУТРИВИДОВАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ МИКРОСТРУКТУРЫ ПОКРОВНЫХ ПЕРЬЕВ КРЯКВЫ И ХОХЛАТОЙ ЧЕРНЕТИ	90
СРАВНИТЕЛЬНЫЕ АНАТОМО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ В ОЦЕНКЕ АДАПТАЦИИ ЧЕТЫРЕХ ВИДОВ ХВОЙНЫХ К УСЛОВИЯМ ЮЖНОГО ПРИМОРЬЯ.....	100

ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ / CHEMISTRY

КИНЕТИКА НЕФТЕПОГЛОЩЕНИЯ СТЕКЛООБРАЗНЫМИ СОРБЕНТАМИ ОРГАНИЧЕСКОЙ ПРИРОДЫ	104
ПЯТЬДЕСЯТ ЛЕТ РАЗВИТИЯ ПЕЧНОГО ТЕХУГЛЕРОДА РОССИИ	108
ЭФФЕКТЫ ВЫРЕЗАНИЯ ОБЪЕМА ИОНА И ПРОНИКНОВЕНИЯ ЗАРЯДА ИОНА В РАСТВОРИТЕЛЬ В НЕЛОКАЛЬНО-ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ СОЛЬВАТАЦИИ ДЛЯ ПОЛЮСНЫХ МОДЕЛЕЙ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОНИЦАЕМОСТИ РАСТВОРИТЕЛЯ	112
THE IMPACT OF NON-NUCLEOTIDE INSERTIONS ON THERMAL STABILITY OF DNA G-QUADRUPLEXES.....	116

МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ / MEDICINE

DEFINITION OF ETHICAL PROBLEMS OF GENERAL PRACTITIONERS BY THE CURRICULUM.....	119
--	-----

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ ПРО- И ПРОТИВОВОСПАЛИТЕЛЬНЫХ ЦИТОКИНОВ В ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ КРОВИ БОЛЬНЫХ С РАЗЛИЧНЫМИ ФОРМАМИ ЭНДОМЕТРИОЗА	122
СИСТЕМНЫЕ НАРУШЕНИЯ, КОМОРБИДНАЯ ПАТОЛОГИЯ И ФУНКЦИЯ ЖЕЛУДКА У БОЛЬНЫХ САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ 2 ТИПА.....	125
ВЛИЯНИЕ БЕСКРОВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ТЕЧЕНИЕ ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОГО ПЕРИОДА	131
СОЗДАНИЕ МУЛЬТИМЕДИЙНЫХ ИНТЕРАКТИВНЫХ КУРСОВ ПО ИЗУЧЕНИЮ МОРФОЛОГИЧЕСКОГО СОСТАВА БИОЛОГИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА.....	134
ФАКТОРЫ, ОБУСЛАВЛИВАЮЩИЕ ВОЗРАСТНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ СТРОЕНИЯ ФИКСИРУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ НАДКОЛЕННИКА И СГИБАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ КОЛЕННОГО СУСТАВА В ЦЕЛОМ...	137
ПОВЫШЕНИЕ УРОВНЯ ГИГИЕНЫ ВЗРОСЛЫХ ПАЦИЕНТОВ С ПОМОЩЬЮ ПРОВЕДЕНИЯ ГИГИЕНИЧЕСКОГО ИНСТРУКТАЖА	141
ИНДИВИДУУМНАЯ КАРТА РЕЗИСТЕНТНОСТИ В ПРАКТИКЕ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ БОЛЬНЫХ ДЕРМАТОЛОГИЧЕСКИМИ ЗАБОЛЕВАНИЯМИ.....	146
ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ПРАВИЛЬНОГО ПИТАНИЯ В ФОРМАТЕ ПРОФИЛАКТИКИ ЯЗВЕННОЙ БОЛЕЗНИ НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА КИРОВА	150
статья изъята: ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПРЕПАРАТОВ КЛИНИКИ «LENOM» (ИЗРАИЛЬ) ПРОИЗВОДСТВА ФИРМЫ «DR.NONA» НА ПОКАЗАТЕЛИ ЛИПИДОГРАММЫ	153
статья изъята: ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОССТАНОВИТЕЛЬНОГО ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ РЕПАРАТИВНЫХ МЕТОДИК НА УРОВЕНЬ ВНЕКЛЕТОЧНОЙ ДНК С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРЕПАРАТОВ СЕРИИ «DR.NONA» (ИЗРАИЛЬ).....	155
статья изъята: СПОСОБЫ КОРРЕКЦИИ КАПИЛЛЯРОПАТИЙ У БОЛЬНЫХ САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ I ТИПА.....	157
статья изъята: РАННЕЕ ВЫЯВЛЕНИЕ КАПИЛЛЯРОПАТИЙ У БОЛЬНЫХ САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ I ТИПА.....	158
РЕЗУЛЬТАТЫ ЛЕЧЕНИЯ ГЕНИТАЛЬНОЙ ПАПИЛЛОМАВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИИ ВЫСОКОГО ОНКОГЕННОГО РИСКА У ЖЕНЩИН И МУЖЧИН ИЗ СЕМЕЙНЫХ ПАР	160
ВЛИЯНИЕ ВЕГЕТАТИВНОЙ НЕРВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ НА РАЗВИТИЕ СЕРДЕЧНЫХ АРИТМИЙ У БОЛЬНЫХ ИШЕМИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНЬЮ СЕРДЦА.....	163
ВЫРАЖЕННОСТЬ КОГНИТИВНЫХ РАССТРОЙСТВ ПРИ ЭПИЛЕПСИИ И СИМПТОМАТИЧЕСКИХ ЭПИЛЕПТИЧЕСКИХ СИНДРОМАХ.....	166
ТИПОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ БИОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ГОЛОВНОГО МОЗГА И ВЕГЕТАТИВНОГО СТАТУСА У ЛИЦ С РАЗНЫМ ХРОНОТИПОМ	170
СНИЖЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ИЗОФОРМЫ В КРЕАТИНФОСФОКИНАЗЫ В МОЗЖЕЧКЕ ПРИ БОЛЕЗНИ АЛЬЦГЕЙМЕРА.....	174

ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИЕ НАУКИ / PHARMACEUTICS

ПОИСК ЗАВИСИМОСТИ ГИПОГЛИКЕМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ОТ КОНСТАНТ ИОНИЗАЦИИ В РЯДУ N'-АЦИЛГИДРАЗИДОВ N-АЦИЛ-5-БРОМ(5-ЙОД)АНТРАНИЛОВЫХ КИСЛОТ.....	177
ВЛИЯНИЕ РАЗНОРАЗМЕРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ЦИНКА НА ПОДЪЕМНУЮ СИЛУ ТЕСТ-КУЛЬТУРЫ <i>SACCHAROMYCES CEREVISIAE</i>	180
АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОТИВОГРИБКОВЫХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ НА ЭТАПЕ КУРСОВОГО ЛЕЧЕНИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТОИМОСТНОЙ ОЦЕНКИ ЛЕЧЕНИЯ БОЛЬНЫХ С ГРИБКОВЫМИ ПОРАЖЕНИЯМИ КОЖИ И НОГТЕЙ	185

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ / PHYSICS AND MATHEMATICS

DOI: 10.18454/IRJ.2016.47.018

Абрегов М.Х.¹, Канчукоев В.З.¹, Шарданова М.А.²¹Кандидат физико-математических наук, ²аспирант,

ФГБОУ ВПО «Кабардино-Балкарский Государственный Университет им. Х.М. Бербекова»

КРАЕВАЯ ЗАДАЧА ПЕРВОГО РОДА ДЛЯ ЛИНЕЙНОГО ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ
ВТОРОГО ПОРЯДКА С ОТКЛОНЯЮЩИМСЯ АРГУМЕНТОМ НА СИММЕТРИЧНОМ ОТРЕЗКЕ

Аннотация

Моделирование инженерных и экономических, биологических и медицинских и других прикладных задач приводит к необходимости исследования задач для обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных с отклоняющимся аргументом.

В работе исследуется на однозначную разрешимость краевая задача первого рода для линейного обыкновенного дифференциального уравнения второго порядка с отклоняющимся аргументом на симметричном отрезке. Используя симметричность отрезка, на котором решается краевая задача, решение ищется в виде суммы четной и нечетной функции. При таком подходе решение сводится к исследованию вопроса разрешимости классических краевых задач для четной или нечетной составляющих искомой функции, что позволяет установить условие однозначной разрешимости в зависимости от входных данных. Свойства вспомогательных задач позволили установить спектр исследуемой краевой задачи.

Ключевые слова: уравнения с отклоняющимся аргументом, краевая задача, симметричный отрезок, четная или нечетная функции, однозначная разрешимость, спектр.

Abregov M.H.¹, Kanchukoev V.Z.¹, Shardanova M.A.²¹ PhD in Physics and Mathematics, ² Postgraduate student,

Kabardino-Balkaria State University named after H.M. Berbekov

VALUE PROBLEM FOR THE FIRST KIND OF LINEAR SECOND ORDER DIFFERENTIAL EQUATIONS
WITH DEVIATING ARGUMENT ON BALANCED SEGMENT

Abstract

Modelling of engineering and economic, biological, and medical and other applications makes it necessary to study problems for ordinary differential equations and partial differential equations. We study the unique solvability of the boundary value problem for first order ordinary linear second-order differential equation with deviating argument on a symmetric interval. Using the symmetry of the segment, which solved the boundary value problem, the solution is sought in the form of a sum of even and odd functions. With this approach, the solution is reduced to the study of the question of solvability of classical boundary value problems for even or odd components of unknown function that allows you to set conditions for the unique solvability depending on the input data. Properties auxiliary task allowed to establish spectrum investigated boundary value problem.

Результаты исследования задач для обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных с отклоняющимся аргументом находят широкое практическое применение в технике, медицине, экономике и других областях [1,3-5].

В данной работе на симметричном отрезке $[-l, l]$ будем изучать на однозначную разрешимость краевую задачу

$$u''(x) + \lambda \cdot u(-x) = -f(x), \quad -l < x < l, \quad (1)$$

$$u(-l) = 0, \quad u(l) = 0, \quad (2)$$

где λ — постоянное число, не равное нулю.

Теорема. Пусть $f(x)$ — непрерывная на $[-l, l]$ функция и выполнено одно из условий:

$$a) \lambda > 0, \quad \lambda \neq \frac{\pi^2 n^2}{4l^2}, \quad n = 1, 3, \dots$$

$$б) \lambda < 0, \quad \lambda \neq -\frac{\pi^2 n^2}{4l^2}, \quad n = 2, 4, \dots, \quad (3)$$

Тогда решение задачи (1), (2) существует, единственно и принадлежит классу $C^2[-l, l]$.

Решение задачи (1), (2) будем искать в виде

$$u(x) = p(x) + v(x), \quad (4)$$

где $p(x)$ — четная, $v(x)$ — нечетная, дважды дифференцируемые на отрезке $[-l, l]$ функции. Введем обозначения:

$$\begin{aligned} \alpha(x) &= 0.5(f(x) + f(-x)), \\ \beta(x) &= 0.5(f(x) - f(-x)). \end{aligned} \quad (5)$$

Очевидно, $\alpha(x)$ — четная функция, $\beta(x)$ — нечетная функция и

$$\alpha(x) + \beta(x) = f(x).$$

Подставляя (4) в (1), и используя обозначения (5), получаем:

$$p''(x) + v''(x) + \lambda \cdot p(-x) + \lambda \cdot v(-x) = -\alpha(x) - \beta(x).$$

Используя свойства $p(-x) = p(x)$, $v(-x) = -v(x)$, последнее равенство перепишем в виде

$$p''(x) + \lambda \cdot p(x) + v''(x) - \lambda \cdot v(x) = -\alpha(x) - \beta(x).$$

Выберем функцию $v(x)$ в (4), как решение краевой задачи

$$\begin{aligned} v''(x) - \lambda v(x) &= -\beta(x), \\ v(-l) &= 0, \quad v(l) = 0, \end{aligned} \quad (6)$$

а функцию $p(x)$ - как решение задачи

$$\begin{aligned} p''(x) + \lambda p(x) &= -\alpha(x), \\ p(-l) &= 0, \quad p(l) = 0. \end{aligned} \quad (7)$$

Пусть выполнен пункт а) условия 3). В этом случае задача (6) однозначно разрешима [2,6] в классе функций $C^2[-l, l]$. Получим представление этого решения через входные данные задачи. Как известно, $v(x)$ представимо в виде

$$v(x) = v_0(x) + V(x), \quad (8)$$

где $v_0(x)$ – решение однородного уравнения (6), а $V(x)$ – какое-либо частное решение неоднородного уравнения (6). Функция $v_0(x)$ имеет вид

$$v_0(x) = c_1 e^{\sqrt{\lambda} x} + c_2 e^{-\sqrt{\lambda} x}, \quad (9)$$

где c_1 и c_2 – произвольные постоянные. Применяя метод вариации произвольных постоянных, частное решение уравнения (6) будем искать в виде

$$V(x) = c_1(x) e^{\sqrt{\lambda} x} + c_2(x) e^{-\sqrt{\lambda} x}, \quad (10)$$

удовлетворяющей дополнительному условию нечетности $V(-x) = -V(x)$ на $[-l, l]$.

Функции $c_1(x)$ и $c_2(x)$ удовлетворяют системе:

$$\begin{cases} c_1'(x) e^{\sqrt{\lambda} x} + c_2'(x) e^{-\sqrt{\lambda} x} = 0, \\ \sqrt{\lambda} c_1'(x) e^{\sqrt{\lambda} x} - \sqrt{\lambda} c_2'(x) e^{-\sqrt{\lambda} x} = -\beta(x). \end{cases} \quad (11)$$

Очевидно, определитель системы (11) отличен от нуля, ее решение имеет вид:

$$\begin{aligned} c_1'(x) &= -\frac{1}{2\sqrt{\lambda}} e^{-\sqrt{\lambda} x} \beta(x), \\ c_2'(x) &= \frac{1}{2\sqrt{\lambda}} e^{\sqrt{\lambda} x} \beta(x). \end{aligned} \quad (12)$$

Интегрируя (12) при условиях при условиях $c_1(0) = 0$, $c_2(0) = 0$, находим:

$$\begin{aligned} c_1(x) &= -\frac{1}{2\sqrt{\lambda}} \int_0^x e^{-\sqrt{\lambda} t} \beta(t) dt, \\ c_2(x) &= \frac{1}{2\sqrt{\lambda}} \int_0^x e^{\sqrt{\lambda} t} \beta(t) dt. \end{aligned} \quad (13)$$

Подставляя (13) в (10), получаем:

$$\begin{aligned} V(x) &= -\frac{1}{2\sqrt{\lambda}} \int_0^x e^{-\sqrt{\lambda}(x-t)} \beta(t) dt + \frac{1}{2\sqrt{\lambda}} \int_0^x e^{-\sqrt{\lambda}(x-t)} \beta(t) dt = \\ &= \frac{1}{\sqrt{\lambda}} \int_0^x sh(\sqrt{\lambda}(t-x)) \beta(t) dt. \end{aligned}$$

Нетрудно убедиться, что выполнено условие нечетности функции $V(x)$.

Таким образом, общее решение неоднородного уравнения (6) имеет вид:

$$v(x) = c_1 e^{\sqrt{\lambda} x} + c_2 e^{-\sqrt{\lambda} x} + \frac{1}{\sqrt{\lambda}} \int_0^x sh(\sqrt{\lambda}(t-x)) \beta(t) dt. \quad (14)$$

Подставляя (14) в краевые условия (6), приходим к системе линейных алгебраических уравнений относительно C_1 и C_2 :

$$\begin{cases} c_1 e^{\sqrt{\lambda} l} + c_2 e^{-\sqrt{\lambda} l} + \frac{1}{\sqrt{\lambda}} \int_0^l sh(\sqrt{\lambda}(t-l)) \beta(t) dt = 0, \\ c_1 e^{-\sqrt{\lambda} l} + c_2 e^{\sqrt{\lambda} l} + \frac{1}{\sqrt{\lambda}} \int_0^{-l} sh(\sqrt{\lambda}(t+l)) \beta(t) dt = 0, \end{cases}$$

из которой находим:

$$\begin{aligned} c_1 &= -\frac{1}{sh(\sqrt{\lambda} l)} \cdot \frac{1}{2\sqrt{\lambda}} \int_0^l sh(\sqrt{\lambda}(t-l)) \beta(t) dt, \\ c_2 &= \frac{1}{sh(\sqrt{\lambda} l)} \cdot \frac{1}{2\sqrt{\lambda}} \int_0^l sh(\sqrt{\lambda}(t-l)) \beta(t) dt. \end{aligned}$$

Подставляя C_1 и C_2 в (14), получаем представление решения задачи (6) через входные данные:

$$v(x) = \frac{1}{\sqrt{\lambda}} \left(-\frac{sh(\sqrt{\lambda} x)}{sh(\sqrt{\lambda} l)} \cdot \int_0^l sh(\sqrt{\lambda}(t-l)) \beta(t) dt + \int_0^x sh(\sqrt{\lambda}(t-x)) \beta(t) dt \right). \quad (15)$$

Решение задачи (7) представимо в виде

$$p(x) = p_0(x) + P(x), \quad (16)$$

где $p_0(x)$ - решение однородного уравнения (7), а $P(x)$ - какое-либо частное решение неоднородного уравнения (7). Функция $p_0(x)$ представима в виде

$$p_0(x) = c_1 \cos \sqrt{\lambda} x + c_2 \sin \sqrt{\lambda} x, \quad (17)$$

где C_1 и C_2 - произвольные постоянные. Функцию $P(x)$ будем искать в виде

$$P(x) = c_1(x) \cos \sqrt{\lambda} x + c_2(x) \sin \sqrt{\lambda} x, \quad (18)$$

причем будем дополнительно требовать для нее выполнение условия четности $P(-x) = P(x)$.

Функции $c_1(x)$ и $c_2(x)$ в (18) удовлетворяют системе уравнений:

$$\begin{cases} c_1'(x) \cos \sqrt{\lambda} x + c_2'(x) \sin \sqrt{\lambda} x = 0, \\ -\sqrt{\lambda} c_1'(x) \sin \sqrt{\lambda} x + \sqrt{\lambda} c_2'(x) \cos \sqrt{\lambda} x = -\alpha(x). \end{cases} \quad (19)$$

Определитель системы (19) отличен от нуля, она имеет единственное решение:

$$\begin{aligned} c_1'(x) &= \frac{1}{\sqrt{\lambda}} \alpha(x) \sin \sqrt{\lambda} x, \\ c_2'(x) &= -\frac{1}{\sqrt{\lambda}} \alpha(x) \cos \sqrt{\lambda} x. \end{aligned} \quad (20)$$

Интегрируя равенства (20) при условиях $c_1(0) = 0$, $c_2(0) = 0$, находим:

$$c_1(x) = \frac{1}{\sqrt{\lambda}} \int_0^x \alpha(t) \sin \sqrt{\lambda} t dt, \quad (21)$$

$$c_2(x) = -\frac{1}{\sqrt{\lambda}} \int_0^x \alpha(x) \cos \sqrt{\lambda} t dt.$$

Подставляя (21) в (18), получаем:

$$P(x) = \frac{1}{\sqrt{\lambda}} \int_0^x (\cos \sqrt{\lambda} x \cdot \sin \sqrt{\lambda} t - \sin \sqrt{\lambda} x \cdot \cos \sqrt{\lambda} t) d(t) =$$

$$= \frac{1}{\sqrt{\lambda}} \int_0^x \alpha(t) \sin(\sqrt{\lambda}(t-x)) dt. \quad (22)$$

Непосредственной подстановкой можно проверить выполнение условия четности $P(-x) = P(x)$. Таким образом, общее решение неоднородного уравнения (7) имеет вид:

$$p(x) = c_1 \cos \sqrt{\lambda} x + c_2 \sin \sqrt{\lambda} x + \frac{1}{\sqrt{\lambda}} \int_0^x \alpha(t) \sin(\sqrt{\lambda}(t-x)) dt. \quad (23)$$

Из требования четности функции (23) с необходимостью получаем значение $c_2 = 0$. Коэффициент c_1 находим, используя краевые условия (7), из уравнения

$$c_1 \cos \sqrt{\lambda} l + \frac{1}{\sqrt{\lambda}} \int_0^l \alpha(t) \sin(\sqrt{\lambda}(t-l)) dt = 0,$$

которое разрешимо единственным образом только при условии $\cos \sqrt{\lambda} l \neq 0$,

т.е. при $\lambda \neq \frac{\pi^2 n^2}{4l^2}$, $n = 1, 3, 5, \dots$. В этом случае

$$p(x) = -\frac{1}{\sqrt{\lambda}} \left(\frac{\cos \sqrt{\lambda} x}{\cos \sqrt{\lambda} l} \cdot \int_0^l \alpha(t) \sin(\sqrt{\lambda}(t-l)) dt - \int_0^x \alpha(t) \sin(\sqrt{\lambda}(t-x)) dt \right). \quad (24)$$

Покажем единственность этого решения.

Пусть $u_1(x)$ и $u_2(x)$ – решение задачи (1), (2). Функция $z(x) = u_1(x) - u_2(x)$ будет решением задачи

$$z''(x) + \lambda \cdot z(-x) = 0, \quad z(-l) = 0, \quad z(l) = 0. \quad (25)$$

Представим $z(x)$ в виде $z(x) = p(x) + v(x)$, где $p(x)$ – четная, а $v(x)$ – нечетная функции на $[-l, l]$.

Подставляя $z(x)$ в уравнение (1) и учитывая четность $p(x)$ и нечетность $v(x)$, приходим к уравнению

$$p''(x) + \lambda \cdot p(x) + v''(x) - \lambda \cdot v(x) = 0.$$

Правая часть последнего равенства тождественно равна нулю, а ее четная и нечетная составляющие также равны нулю. Таким образом, $p(x)$ и $v(x)$ будут решениями задач:

$$p''(x) + \lambda \cdot p(x) = 0, \quad p(-l) = 0, \quad p(l) = 0, \quad (26)$$

$$v''(x) - \lambda \cdot v(x) = 0, \quad v(-l) = 0, \quad v(l) = 0, \quad (27)$$

которые при $\lambda \neq \frac{\pi^2 n^2}{4l^2}$, $n = 1, 3, \dots$, имеют только нулевое решение. Следовательно, $u_1(x) - u_2(x) = 0$,

что доказывает единственность решения задачи (1), (2).

Пусть выполнен пункт б) условия 3). В этом случае задача (7) однозначно разрешима в классе функций $C^2[-l, l]$, ее решение представляется в виде

$$p(x) = -\frac{1}{\sqrt{-\lambda}} \left(\frac{sh(\sqrt{-\lambda} x)}{sh(\sqrt{-\lambda} l)} \cdot \int_0^l \alpha(t) sh(\sqrt{-\lambda}(t-l)) dt - \int_0^x \alpha(t) sh(\sqrt{-\lambda}(t-x)) dt \right). \quad (28)$$

Решение задачи (6) будем искать в виде

$$v(x) = v_0(x) + V(x), \quad (29)$$

где $v_0(x)$ - решение однородного уравнения (6) и представляется в виде:

$$v_0(x) = c_1 \cos \sqrt{-\lambda} x + c_2 \sin \sqrt{-\lambda} x, \quad (30)$$

где c_1 и c_2 - произвольные постоянные. Частное решение $V(x)$ неоднородного уравнения (6) ищем методом вариации произвольных постоянных, при дополнительном требовании нечетности этой функции на $[-l, l]$ в виде

$$V(x) = c_1(x) \cos \sqrt{\lambda} x + c_2(x) \sin \sqrt{-\lambda} x. \quad (31)$$

Из системы

$$\begin{cases} c_1'(x) \cos \sqrt{-\lambda} x + c_2'(x) \sin \sqrt{-\lambda} x = 0, \\ -\sqrt{-\lambda} c_1'(x) \sin \sqrt{-\lambda} x + \sqrt{-\lambda} c_2'(x) \cos \sqrt{-\lambda} x = -\beta(x), \end{cases}$$

при дополнительных условиях: $c_1(0) = 0$, $c_2(0) = 0$, находим:

$$c_1(x) = \frac{1}{\sqrt{-\lambda}} \int_0^x \beta(t) \sin(\sqrt{-\lambda} t) dt,$$

$$c_2(x) = -\frac{1}{\sqrt{-\lambda}} \int_0^x \beta(t) \cos(\sqrt{-\lambda} t) dt.$$

Подставляя $c_1(x)$ и $c_2(x)$ в (31), получаем:

$$\begin{aligned} V(x) &= \frac{1}{\sqrt{\lambda}} \int_0^x \beta(t) (\cos \sqrt{-\lambda} x \cdot \sin \sqrt{-\lambda} t - \sin \sqrt{-\lambda} x \cos \sqrt{-\lambda} t) dt = \\ &= \frac{1}{\sqrt{-\lambda}} \int_0^x \beta(t) \sin(\sqrt{-\lambda} (t-x)) dt. \end{aligned}$$

Нетрудно проверить, что $V(-x) = -V(x)$. Общее решение неоднородного уравнения (6) имеет вид:

$$v(x) = c_1 \cos \sqrt{-\lambda} x + c_2 \sin \sqrt{-\lambda} x + \frac{1}{\sqrt{-\lambda}} \int_0^x \beta(t) \sin(\sqrt{-\lambda} (t-x)) dt \quad (32)$$

Из представления (32) и требования нечетности функции $v(x)$ с необходимостью следует, что $c_1 = 0$.

Подставляя (32) в краевое условие (6), получаем уравнение относительно c_2 :

$$c_2 \sin(\sqrt{-\lambda} l) + \frac{1}{\sqrt{-\lambda}} \int_0^l \beta(t) \sin(\sqrt{-\lambda} (t-l)) dt = 0,$$

которое разрешимо единственным образом только при условии $\sin(\sqrt{-\lambda} l) \neq 0$, то есть при

$\lambda \neq -\frac{\pi^2 n^2}{4l^2}$, $n = 2, 4, \dots$. Таким образом, задача (6) однозначно разрешима и её решение представляется в

виде:

$$v(x) = -\frac{1}{\sqrt{-\lambda}} \left(\frac{\sin(\sqrt{-\lambda} x)}{\sin(\sqrt{-\lambda} l)} \cdot \int_0^l \beta(t) \sin(\sqrt{-\lambda} (t-l)) dt - \int_0^x \beta(t) \sin(\sqrt{-\lambda} (t-x)) dt \right). \quad (33)$$

Таким образом, при выполнении пункта б) условия (3) решение задачи (1),(2) существует и представляется в виде (4), где $p(x)$ вычисляется по формуле (28), а $v(x)$ - по формуле (33).

Однозначность решения задачи (1),(2) при выполнении пункта б) условия (3) доказывается так же, как и при выполнении пункта а).

Литература

1. Лесев В.Н., Шарданова М.А. Краевая задача для дифференциального уравнения с отклоняющимся аргументом.// Современные проблемы науки и образования. – 2015. - №2 (часть 2).
2. Марченко В.А. Операторы Штурма-Лиувилля и их приложения.//Киев. Наукова Думка -1977, - 735 с.

3. Мудров А.В. О связи систем обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений с запаздывающим аргументом.// Вестник Новосибирского государственного университета. Серия: Математика, механика, информатика.- 2007.-Т.7,-№2,-С. 52-64.
4. Норкин С.Б. Дифференциальные уравнения второго порядка с запаздывающим аргументом.// Москва. Наука, 1965,-356 с.
5. Прасолов А.В. Динамические модели с запаздыванием и их приложения в экономики и инженерии.// Санкт-Петербург.-2010,-289 с.
6. Тихонов А.Н., Васильева А.Б., Свешников А.Г. Дифференциальные уравнения.// Москва. Наука, 1980,-232 с.

References

1. Lesev V.N., Shardanova M.A. Kraevaya zadacha dlya differentsialnogo uravnenia s otclonyashimsia argumentum.// Sovremenie problemi nauki i obrazovaniia. – 2015. - №2 (часть
2. Marchenko B.A. Operatori Sturm-Liuvillya i ih prilozheniya// Kiev. Naukova Dmkha -1977, - 735 с.
3. Mudrov A.B. O svyazi system obiknovennykh differentsialnykh uravnenii i uravnenii s zapazdivayushim argumentom.// Vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo universiteta. Seria: Matematika, mehanika, informatica. - 2007.-Т.7,-№2,-С. 52-64.
4. Norkin C.B. Differentsialnye uravnenia vtorogo poradka s zapazdivayushim argumentom.// Moskva, Nauka, 1965,-356 с.
5. Prasolov A.V. Dinamicheskie modeli s zapazdivaniem i ih prilozheniya v ekonomike i ingenerii. // Sankt- Petersburg.-2010,-289 с.
6. Tihonov A.N., Vasileva A.B., Sveshnikov A.G. Differentsialnye uravnenia.// Moskva. Nauka, 1980,-232 с.

DOI: 10.18454/IRJ.2016.47.019

Абрегов М.Х.¹, Канчукоев В.З.¹, Шарданова М.А.²

¹Кандидат физико-математических наук, ²аспирант,

ФГБОУ ВПО «Кабардино-Балкарский Государственный Университет им. Х.М. Бербекова»

ЧИСЛЕННЫЙ МЕТОД РЕШЕНИЯ КРАЕВОЙ ЗАДАЧИ ПЕРВОГО РОДА ДЛЯ ЛИНЕЙНОГО ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ ВТОРОГО ПОРЯДКА С ОТКЛОНЯЮЩИМСЯ АРГУМЕНТОМ НА СИММЕТРИЧНОМ ОТРЕЗКЕ

Аннотация

В работе разработан численный метод решения первой краевой задачи для модельного обыкновенного дифференциального уравнения второго порядка с отклоняющимся аргументом. Построена конечно-разностная схема, аппроксимирующая дифференциальную задачу с точностью второго порядка по шагу равномерной сетки. Из полученной априорной оценки решения конечно-разностной схемы следует ее сходимость при определенных условиях на входные параметры задачи. Предложен метод реализации конечно-разностной схемы, состоящий в представлении ее решения в виде суммы двух сеточных функций, каждая из которых является решением классической краевой задачи для разностного уравнения второго порядка. Проведенные вычислительные эксперименты подтверждают полученные в работе теоретические результаты. В работе приведен пример задачи, имеющей бесчисленное множество решений вследствие нарушения условия ее однозначной разрешимости.

Ключевые слова: уравнение с отклоняющимся аргументом, численный метод решения, двухточечная краевая задача, симметричный отрезок, конечно-разностная схема, априорная оценка, сходимость.

Abregov M.H.¹, Kanchukoev V.Z.¹, Shardanova M.A.²

¹PhD in Physics and Mathematics, ²Postgraduate student,

Kabardino-Balkaria State University named after H.M. Berbekov

NUMERICAL METHODS FOR SOLVING BOUNDARY VALUE PROBLEMS FOR LINEAR FIRST KIND SECOND ORDER DIFFERENTIAL EQUATIONS WITH DEVIATING ARGUMENT ON BALANCED SEGMENT

Abstract

In the developed numerical method for solving the first boundary value problem for a model second-order ordinary differential equation with deviating argument. Built finite-difference scheme that approximates the differential problem with the accuracy of second order in step a uniform grid. From the resulting a priori estimates of the solution finite difference scheme implies its convergence under certain conditions to the input parameters of the problem. The method of implementation of the finite scheme consisting in the presentation of its solutions in the form of a sum of two grid functions, each of which is a solution of the classical boundary value problem for a differential equation of second order. Conducted computing experiments confirm the theoretical results obtained in this work. The work is an example of the problem, which has countless solutions due to violations of the conditions for its unique solvability.

Keywords: equation with deviating argument, numerical solution method, two-point boundary value problem, symmetric interval, finite-difference scheme, a priori estimate, convergence.

Развитие вычислительной техники послужило мощным толчком к разработке и исследованию математических моделей многих задач механики, автоматического регулирования, автоматики и телемеханики, теоретической кибернетики и других, основанных на обыкновенных дифференциальных уравнениях и уравнениях с частными производными с отклоняющимся аргументом [1-4].

В настоящей работе будем изучать численный метод решения

$$u''(x) + bu(-x) = -f(x), \quad -l < x < l. \quad (1)$$

$$u(-l) = 0, \quad u(l) = 0, \quad (2)$$

где $f(x) \in C[0,1]$, b – постоянное число.

В начале установим условия однозначной разрешимости задачи (1), (2). Имеет место

Теорема 1. Пусть $f(x) \in C[-l, l]$ и выполнено условие

$$|b| < \frac{1}{l^2}. \quad (3)$$

Тогда для решения задачи (1)-(2) имеет место априорная оценка через правую часть

$$\|u\|_C \leq \frac{l^2}{1-l^2|b|} \cdot \|f\|_C. \quad (4)$$

При этом решении задачи существует и единственно в классе $C^2[-l, l]$.

Доказательство: Умножим уравнение (1) на $u(x)$ и проинтегрируем по $[-l, l]$.

$$\int_{-l}^l u''(x)u(x)dx = -b \int_{-l}^l u(-x)u(x)dx - \int_{-l}^l f(x)u(x)dx. \quad (5)$$

Так как

$$\int_{-l}^l u''(x)u(x)dx = \int_{-l}^l (u'(x)u(x))' dx - \int_{-l}^l u'^2(x)dx = -\int_{-l}^l u'^2(x)dx = -\|u'\|^2,$$

то из (5), с использованием условий (2), получаем

$$\|u'\|^2 \leq |b| \|u\|_C^2 \cdot 2l + 2l \cdot \|f\|_C \|u\|_C,$$

откуда, с учетом оценки $\frac{2}{l} \|u\|_C^2 \leq \|u'\|^2$, находим:

$$\frac{2}{l} \|u\|_C^2 \leq |b| \cdot 2l \cdot \|u\|_C^2 + 2l \cdot \|f\|_C \|u\|_C \quad (6)$$

или

$$(1-l^2|b|) \cdot \|u\|_C \leq l^2 \cdot \|f\|_C.$$

При выполнении условия (3) из (6) получаем априорную оценку (4). Из априорной оценки (4) следует единственность решения задачи (1),(2).

Докажем существование решения задачи (1),(2). Будем искать ее решение в виде

$$u(x) = p(x) + v(x), \quad (7)$$

где $p(x)$ – четная, $v(x)$ – нечетная на $[-l, l]$, дважды дифференцируемые функции, равные нулю в точках $x = -l$ и $x = l$. Правую часть уравнения (1) представим в виде

$$f(x) = \alpha(x) + \beta(x), \quad (8)$$

где

$$\begin{aligned} \alpha(x) &= 0.5(f(x) + f(-x)), \\ \beta(x) &= 0.5(f(x) - f(-x)). \end{aligned}$$

Очевидно, $\alpha(x)$ – четная функция, $\beta(x)$ – нечетная функции.

Подставляя (7) в уравнение (1), и учитывая (8), получим:

$$p''(x) + v''(x) + b \cdot p(-x) + b \cdot v(-x) = -\alpha(x) - \beta(x). \quad (9)$$

Используя равенства

$$p(-x) = p(x), \quad v(-x) = -v(x),$$

перепишем (9) в виде

$$p''(x) + v''(x) + b p(x) - b v(x) = -\alpha(x) - \beta(x).$$

Пусть $p(x)$ – решение задачи

$$\begin{aligned} p''(x) + b \cdot p(x) &= -\alpha(x), \\ p(-l) &= 0, \quad p(l) = 0, \end{aligned} \quad (10)$$

а $v(x)$ – решение задачи

$$\begin{aligned} v''(x) - b \cdot v(x) &= -\beta(x), \\ v(-l) &= 0, \quad v(l) = 0. \end{aligned} \quad (11)$$

Выполнение условия (3) обеспечивает однозначную разрешимость этих задач в классе $C^2[-l, l]$. Таким образом, функция $u(x)$ определяется по формуле (7), где $p(x)$ и $v(x)$ - решения, соответственно, задач (10) и (11), будет решением задачи (1), (2).

Теорема доказана.

Для численного решения задачи (1), (2) на отрезке $[-l, l]$ введем равномерную сетку

$$\omega_h = \{x_i = ih, i = -N, 1-N, \dots, -1, 0, 1, \dots, N; hN = l\}.$$

На этой сетке дифференциальную задачу (1),(2) аппроксимируем конечно-разностной схемой

$$y_{\bar{x}x,i} + by_{-i} = -\varphi_i, \quad i = 1-N, N-1, \quad (12)$$

$$y_{-N} = 0, y_N = 0, \quad (13)$$

где

$$y_{\bar{x}x,i} = \frac{1}{h} \left[\frac{y_{i+1} - y_i}{h} - \frac{y_i - y_{i-1}}{h} \right], \quad \varphi_i = f(x_i).$$

С помощью разложений по формуле Тейлора нетрудно показать, что конечно-разностная схема (12),(13) аппроксимирует задачу (1),(2) с точностью $O(h^2)$.

Получим априорную оценку решения задачи (12),(13). С этой целью умножим уравнение (12) на $y_i h$ и просуммируем в пределах от $i = 1-N$ до $N-1$.

Получим

$$\sum_{i=1-N}^{N-1} y_{\bar{x}x} \cdot y_i h + b \sum_{i=1-N}^{N-1} y_{-i} \cdot y_i h = - \sum_{i=1-N}^{N-1} \varphi_i \cdot y_i h. \quad (14)$$

Используя первую разностную формулу Грина [5]

$$(y_{\bar{x}x}, y) = -(y_{\bar{x}}, y_{\bar{x}}),$$

(14) переписываем в виде

$$(y_{\bar{x}}, y_{\bar{x}}) = b \sum_{i=1-N}^{N-1} y_{-i} \cdot y_i h + \sum_{i=1-N}^{N-1} \varphi_i \cdot y_i h. \quad (15)$$

Применяя оценку [5]

$$\|y\|_C^2 \leq \frac{l}{2} \|y_{\bar{x}}\|^2,$$

из (15) получаем:

$$\frac{2}{l} \|y\|_C^2 \leq 2l \cdot (|b| \cdot \|y\|_{C(\omega_h)}^2 + \|\varphi\|_{C(\omega_h)} \cdot \|y\|_{C(\omega_h)}). \quad (16)$$

При выполнении условия (3) из (16) получаем априорную оценку

$$\|y\|_C \leq \frac{l^2}{1-l^2|b|} \cdot \|\varphi\|_C. \quad (17)$$

Из априорной оценки (17) следует

Теорема 2. Пусть $f(x) \in C^2[-l, l]$ и выполнено условие (3). Тогда конечно-разностная схема (12), (13) сходится при $h \rightarrow 0$ к точному решению задачи (1), (2) с точностью $O(h^2)$.

Перейдем к алгоритму решения системы (12),(13). Будем искать решение задачи (12),(13) в виде

$$y_i = P_i + V_i, \quad (18)$$

где сеточные функции P и V обладает свойством

$$P_i = P_{-i}, \quad V_i = -V_{-i}, \quad i = \overline{-N, N}. \quad (19)$$

Правую часть уравнения (8) представляем в виде

$$\varphi_i = \overline{\varphi_i} + \overline{\overline{\varphi_i}}, \quad (20)$$

где

$$\begin{aligned} \overline{\varphi_i} &= 0.5 \cdot (\varphi_i + \varphi_{-i}), \\ \overline{\overline{\varphi_i}} &= 0.5 \cdot (\varphi_i - \varphi_{-i}). \end{aligned} \quad (21)$$

Отметим, что

$$\overline{\overline{\varphi_i}} = \overline{\overline{\varphi_{-i}}}, \quad \overline{\overline{\varphi_i}} = -\overline{\overline{\varphi_{-i}}}.$$

Подставив (18) в уравнение (12) и используя (19), получаем:

$$P_{\bar{x}x,i} + V_{\bar{x}x,-i} + b \cdot P_{-i} + b \cdot V_{-i} = -\overline{\varphi_i} - \overline{\overline{\varphi_i}}. \quad (22)$$

Уравнение (22) перепишем в виде:

$$P_{\bar{x}x,i} + b \cdot P_i + V_{\bar{x}x,i} - b \cdot V_i = -\overline{\varphi_i} - \overline{\overline{\varphi_i}}.$$

Положим

$$P_{-N} = 0, \quad V_{-N} = 0, \quad P_N = 0, \quad V_N = 0.$$

Тогда сеточная функция P_i будет решением задачи

$$\begin{aligned} P_{\bar{x}x,i} + b \cdot P_i &= -\overline{\varphi_i}, \\ P_{-N} &= 0, \quad P_N = 0, \end{aligned} \quad (23)$$

а V_i - решением задачи

$$\begin{aligned} V_{\bar{x}x,i} - b \cdot V_i &= -\overline{\overline{\varphi_i}}, \\ V_{-N} &= 0, \quad V_N = 0. \end{aligned} \quad (24)$$

Задачи (23) и (24), как известно [5,6], однозначно разрешимы при выполнении условия (3). Их решения можно найти методом прогонки.

Заметим, что конечно-разностные схемы (23) и (24) сходятся со скоростью $O(h^2)$ к решениям задач (10) и (11) соответственно.

Сеточная функция (18) удовлетворяет уравнению (12) и краевым условиям (13). Таким образом, алгоритм решения задачи (12),(13) заключается в решении задач (23) и (24) и подстановке их решений в (18).

Для положительных значений b , близких к элементам спектра задачи (10), и отрицательных значений b , близких к элементам спектра задачи (11), наблюдается неустойчивость решения задачи (1), (2). В этом случае точность решения конечно-разностной схемы (12), (13) может оказаться недостаточной. Выход в такой ситуации может состоять в построении конечно-разностной схемы повышенного порядка. Следуя [5], повысим порядок аппроксимации схемы (12), (13) без изменения шаблона конечно-разностной схемы, в предположении, что $f(x) \in C^4[-l, l]$.

Пусть $u(x)$ - решение задачи (1), (2). Рассмотрим невязку в точке $x = x_i$:

$$\psi_i = u_{\bar{x}x,i} + b u_{-i} + \varphi_i.$$

Подставим сюда

$$u_{\bar{x}x,i} = u''(x_i) + \frac{h^2}{12} u^{(4)}(x_i) + O(h^2)$$

и учтем равенство

$$u''(x_i) = -b u(-x_i) - f(x_i).$$

Получим:

$$\psi_i = -b u(-x_i) - f(x_i) + \frac{h^2}{12} u^{(4)}(x_i) + b u(-x_i) + \varphi_i + O(h^4).$$

В силу равенства $f(x_i) = \varphi_i$, отсюда видно, что

$$\psi_i = \frac{h^2}{12} u^{(4)}(x_i) + O(h^4). \quad (25)$$

Из уравнения (1) при $x = x_i$, получаем:

$$\begin{aligned} u^{(4)}(x_i) &= -b u''(-x_i) - f''(x_i) = -b(-b u(x_i) - f(-x_i)) - f''(x_i) = \\ &= b^2 u(x_i) + b f(-x_i) - f''(x_i) = \\ &= b^2 u(x_i) + b f(-x_i) - f_{\bar{x}x,i} + O(h^2). \end{aligned} \quad (26)$$

Из (25) и (26) следует, что

$$\psi_i = \frac{h^2}{12} (b^2 u(x_i) + b f(-x_i) - f_{\bar{x}x,i}) + O(h^4),$$

или

$$u_{\bar{x},i} + bu(-x_i) + \varphi_i = \frac{h^2}{12} (b^2 u(x_i) + b f(-x_i) - f_{\bar{x},i}) + O(h^4).$$

Таким образом, из последнего равенства следует, что конечно-разностная схема

$$y_{\bar{x},i} + b y_{-i} - \frac{h^2}{12} b^2 y_i = -\varphi_i - \frac{h^2}{12} f_{\bar{x},i} + \frac{h^2}{12} b f_{-i}, \quad (27)$$

$$y_{-N} = 0, \quad y_N = 0, \quad (28)$$

аппроксимирует краевую задачу (1), (2) с точностью $O(h^4)$.

Решая задачу (27), (28) тем же методом, что и (12), (13), приходим к двум конечно-разностным задачам относительно сеточных функций P и V :

$$P_{\bar{x},i} - b \left(1 - \frac{h^2}{12} b \right) P_i = -\bar{\varphi}_i - \frac{h^2}{12} (\bar{f}_{\bar{x},i} - b \bar{f}_{-i}), \quad i = \overline{1-N, N-1}, \quad (29)$$

$$P_{-N} = 0, P_N = 0,$$

и

$$V_{\bar{x},i} + b \left(1 - \frac{h^2}{12} b \right) V_i = -\bar{\bar{\varphi}}_i - \frac{h^2}{12} (\bar{\bar{f}}_{\bar{x},i} - b \bar{\bar{f}}_{-i}), \quad i = \overline{1-N, N-1}, \quad (30)$$

$$V_{-N} = 0, \quad V_N = 0,$$

где $\bar{f}_i = 0,5(f_i + f_{-i})$, $\bar{\bar{f}}_i = 0,5(f_i - f_{-i})$.

Задачи (29) и (30) решаются методом прогонки, точность их решения составляет $O(h^4)$. Подставляя P и V в формулу (18), находим решение задачи (1), (2) с точностью $O(h^4)$.

В заключение заметим, несоблюдение условия (3) может привести к нарушению однозначной разрешимости задачи (1), (2), что связано с наличием спектра у задач (10), (11). Например, в задаче

$$u''(x) + u(-x) = 0,$$

$$u\left(-\frac{\pi}{2}\right) = 0, u\left(\frac{\pi}{2}\right) = 0,$$

где $b=1, l=\frac{\pi}{2}$, очевидно $|b| > \frac{1}{l^2}$, то есть нарушено условие (3). Она имеет бесчисленное множество решений

$u(x) = c \cdot \cos x$, где c — произвольная постоянная.

Литература

1. Лесев В.Н., Шарданова М.А. Краевая задача для дифференциального уравнения с отклоняющимся аргументом.// Современные проблемы науки и образования. – 2015. - №2 (часть 2).
2. Мудров А.В. О связи систем обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений с запаздывающим аргументом.// Вестник Новосибирского государственного университета. Серия: Математика, механика, информатика.- 2007.-Т.7,-№2,-С. 52-64.
3. Норкин С.Б. Дифференциальные уравнения второго порядка с запаздывающим аргументом.// Москва. Наука, 1965,-356 с.
4. Прасолов А.В. Динамические модели с запаздыванием и их приложения в экономики и инженерии.// Санкт-Петербург.-2010,-289 с.
5. Самарский А.А. Теория разностных схем,// Москва. Наука, 1989,-616 с.
6. Шхануков М.Х. О сходимости конечноразностной схемы. // Вычислительная математика и математическая физика, 1969, - Т.9 С. 712-714.

References

1. Lesev V.N., Shardanova M.A. Kraevaya zadacha dlya differentsialnogo uravneniya s otclonyaushimsia argumentum.// Sovremenie problemi nauki i obrazovania.— 2015. - №2 (часть 2).
2. Mudrov A.B. O svyazi system obiknovennih differentsialnih uravnenii i uravnenii s zapazdivaushim argumentom.// Vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo universiteta. Seria: Matematika, mehanika, informatika. - 2007.-Т.7,-№2,-С. 52-64.
3. Norkin C.B. Differentsialnie uravnenia vtorogo poradka s zapazdivaushim argumentom.// Moskva, Nauka, 1965,-356 с.
4. Prasolov A.V. Dinamicheskie modeli s zapazdivaniem i ih prilozhenia v ekonomiki i ingenerii. // Sankt- Petersburg.- 2010,-289 с.
5. Samarski A.A. Teoria raznostnih shem.// Moskva. Nauka, 1989,-616 с.
6. Shanukov M.H. O shodimosti konechnoraznostnoi shemi.// Vichislitel'naya matematika I matematicheskaya phisika, 1969, - Т.9 С. 712-714.

DOI: 10.18454/IRJ.2016.47.259

Горяев М.А.¹, Кастро Р.А.², Смирнов А.П.³¹Доктор технических наук, ²Доктор физико-математических наук

Российский государственный педагогический Университет им. А.И.Герцена

НИЗКОЧАСТОТНАЯ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ РЕЛАКСАЦИЯ В СЛОЯХ СТЕАРАТА СЕРЕБРА**Аннотация**

Исследована низкочастотная диэлектрическая релаксация в тонких слоях стеарата серебра. Рост диэлектрической проницаемости с уменьшением частоты, а также с ростом температуры связан с наличием в исследуемом материале дипольно-релаксационного механизма. Дисперсия фактора диэлектрических потерь связана, вероятно, с вкладом механизма релаксационных потерь и проводимости. Из диаграммы Коула-Коула можно сделать вывод о том, что стеарат серебра является недебаевским диэлектрическим материалом с широким распределением релаксаторов по временам релаксации согласно модели Коула-Коула.

Ключевые слова: стеарат серебра, диэлектрическая спектроскопия, диэлектрическая релаксация.

Goryaev M.A.¹, Castro R.A.², Smirnov A.P.³¹PhD in Engineering, ²PhD in Physics and Mathematics

Herzen State Pedagogical University of Russia, St. Petersburg 191186, Russia

LOW-FREQUENCY DIELECTRIC RELAXATION IN SILVER STEARATE LAYERS**Abstract**

The low-frequency dielectric relaxation process in silver stearate layers was studied. The increasing of dielectric permittivity with frequency decreasing and temperature increasing in studied sample are associated with the dipole-relaxation polarization mechanisms. The dispersion of loss factor could be connected with the contribution of relaxation mechanism and conductivity. The shape of the Cole-Cole diagram shows that silver stearate is a non-Debye dielectric material characterized by a wide distribution of relaxators, according to the Cole-Cole relaxation model.

Keywords: silver stearate, dielectric spectroscopy, dielectric relaxation.

Introduction

Photothermographic materials based on compositions of silver halides and of fatty acids salts, in particular, silver stearate, are widely applied for efficient registration of optical images [1]. During the manufacturing of the photosensitive composition, silver halide is synthesized on the surface of the particles of fatty acids salts (silver stearate) [2, 3]. Spectral sensitization of photothermographic materials is performed by using different dye-sensitizers introduced into such heat-developable composition. Consequently spectral sensitization is possible in a wide optical band (from blue to near-infrared) [3]. Silver stearate participates in the processes of sensitization and latent image development. [3-5]. Therefore, the study of electrical and optical properties, as well as the identification of structural features of this material represents an actual task. The objective of this work was the investigation specific features of dielectric relaxation and charge transport processes in the silver stearate layers and this relationship to structural features of the material. It is known that structural features of the disorder systems are caused by existence of the defect electronic or impurity centers [6, 7]. The assessment of influence of such centers on electrophysical properties of materials allows to reveal the nature of the processes proceeding in them and to broaden areas of their practical application.

Experimental details

Silver stearate is produced by the exchange reaction of sodium substitution under the excess concentration of silver nitrate particles of about one micron. Thus, in electrophysical research monolithic samples of this substance are used, press-formed into a tablet shape. Films with thickness of 0.5 mm and diameter of 10 mm were used. Specific features of the dielectric relaxation processes were studied by the dielectric spectroscopy method with "Concept 81" system (Novocontrol Technologies). This method has been applied successfully in the recent studies of electronic processes in systems of varying structural disorder [8-10]. Spectra of the complex dielectric permittivity were calculated from the impedance data. The temperature and frequency dependences of dielectric parameters were measured in a wide frequency range ($10^{-2} \dots 10^2$ Hz) and temperature band (273- 353 K). The operating voltage was 1.0 V. The error of measurements and calculations of physical parameters did not exceed 3%.

Results and discussion

Figure 1 shows the frequency dependence of the real part of complex conductivity at different temperatures. The behavior pattern of this dependence reveals that the conductivity in silver stearate layers increases with frequency, by the law $\sigma(\omega) \approx A\omega^s$, where A is a constant, ω – circular frequency, s – the exponent.

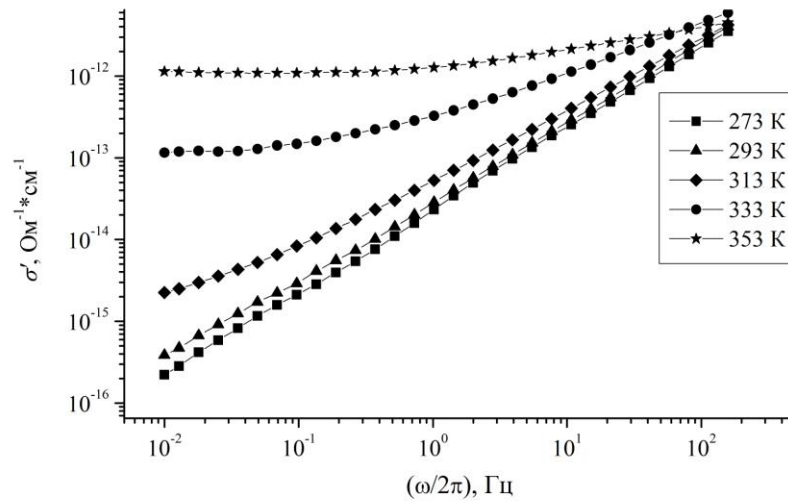


Fig.1 – Frequency dependence of the silver stearate conductivity at different temperatures

Figure 2 shows the temperature dependence of the exponent s , which takes values $s = 0.30...0.90$. This diagram has two areas, the weak ($T=273...303$ K) and the strong dependence ($T=313...353$ K). The observed patterns reveal of the possible hopping mechanism of conductivity in silver stearate layers.

According to the Austin-Mott model [11], the alternating current conductivity in disordered systems is determined by the electron jumps between the pairs of localized states at the Fermi level.

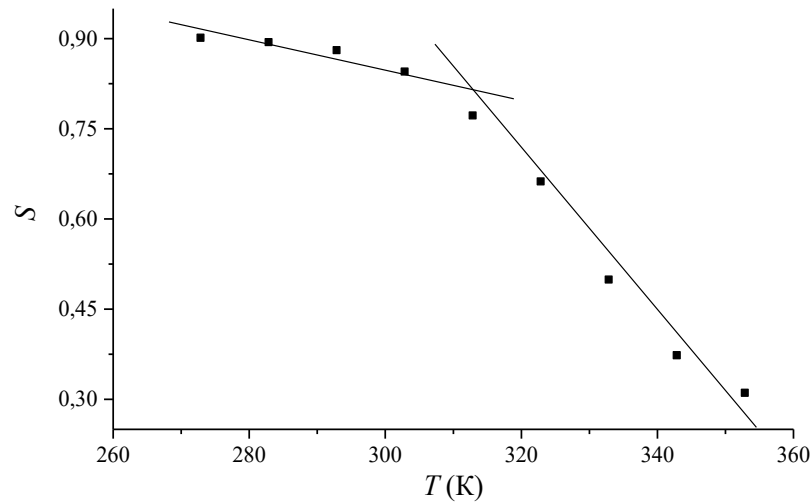


Fig. 2 – Temperature dependence of the exponent s

The model with random hopping energy [12] assumes that the elementary polarization act represents an over-barrier transition of one electron from one state to another and the activation energy of the center is determined by the Coulomb interaction. In this case, the value of the exponent s lies within the range 0.90-0.30 at room temperature and decreases with the increase in temperature. As is known, the conductivity is linked with the density of localized states $N(E_F)$ at the Fermi level by the ratio:

$$\sigma(\omega) = \left(\frac{\pi}{3}\right) [N(E_F)]^2 k_B T e^2 \alpha^{-5} \omega \left[\ln \left(\frac{v_{ph}}{\omega} \right) \right]^4 \quad (1)$$

where α is the attenuation parameter of wave functions of the localized states, v_{ph} – the phononic frequency. By taking $v_{ph} = 10^{12}$ Hz, $\alpha^{-1} = 10 A^0$, at frequency $\omega = 10^{-2}$ Hz and the temperature $T=293$ K, we obtain the density value for the localized states at the Fermi level, $N(E_F) = 3.38 \cdot 10^{16} eV^{-1} cm^{-3}$.

According to the temperature dependence of the conductivity σ' , we can conclude that the charge transport in the studied structures is a thermally activated process. We have also detected the exponential temperature dependence in σ' , with two sites with activation energy $E_{a1}=0.10$ eV and $E_{a2}=0.48$ eV, respectively.

The frequency dependence of dielectric permittivity ε' is characterized by the presence of weak dispersion, which becomes more noticeable in the lower frequency range (fig. 3). Considering the structural features of silver stearate and the presence of quasi-dipole formations in the form of carboxyl tails there, we can conclude that the dipole-relaxation polarization represents the determining polarization mechanism in the studied frequency range [13]. The increase in dielectric permittivity constant along with the rising temperature can be explained by the connection of the dipole polarization mechanism with thermal motion of the molecules. Consequently, the dipoles are weakly oriented at low temperatures. In our case, a sharp increase in ε' values was observed with the increase in temperature, starting from $T = 303$ K.

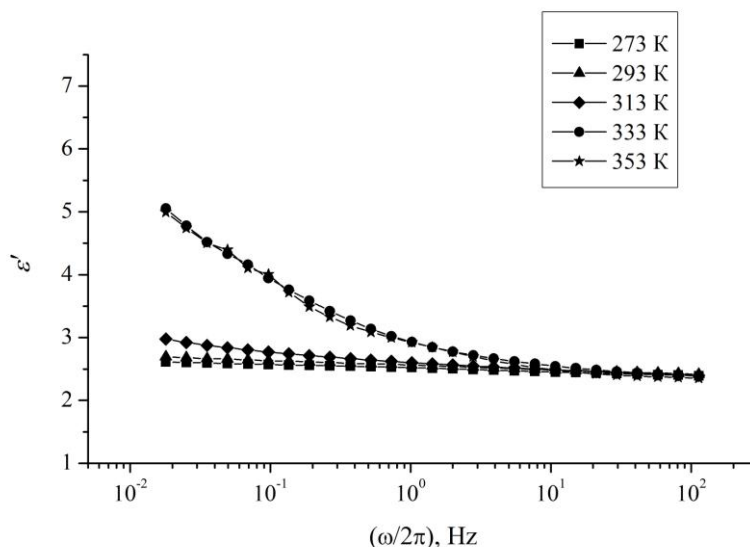


Fig. 3 – Frequency dependence of dielectric permittivity ε' of silver stearate layers at different temperatures

The existence of a certain temperature value, which changes the nature of temperature and frequency dependences of conductivity and dielectric permittivity, indicates either the possible existence of a low-temperature phase transition, or the onset of the temperature area associated with the first high-temperature transition (at $T=398$ K [14]). This factor requires more research including structural methods for studying materials, such as DSC, AFM, SEM, etc.

The observed dispersion of the loss factor ε'' (fig. 4) is more likely associated with the manifestation of the relaxation loss mechanism. The increase in dielectric loss with temperature can be explained by the increasing contribution of conductivity losses.

In many dielectric materials relaxation processes are associated with the existence of a set of relaxation times, rather than a single relaxation time. In this case, we are dealing with the distribution of the relaxation time and, therefore, the activation energy. This distribution can be associated with the manifestation of relaxation processes of different nature or with the distribution of the dipole concentration in the structure. In the case of ion hopping processes, we assume that the potential energy is changed after each jump and some time is needed for getting round to the minimum potential energy. When the contribution of a large number of mobile defects is considered, we obtain a set of relaxation times [11].

The deviation from the classical Debye model of relaxation for the case of single relaxation time can be studied using the Cole-Cole or the Cole-Davidson model representations for the cases of symmetric and asymmetric distribution of relaxation times, respectively. From Cole – Cole diagram ($\varepsilon' = f(\varepsilon'')$ dependence), the existence of the relaxation time distribution will be manifested by the deviation from hemispherical dependence with the radius of the hemisphere $(\varepsilon_s - \varepsilon_\infty)/2$ (Fig. 5).

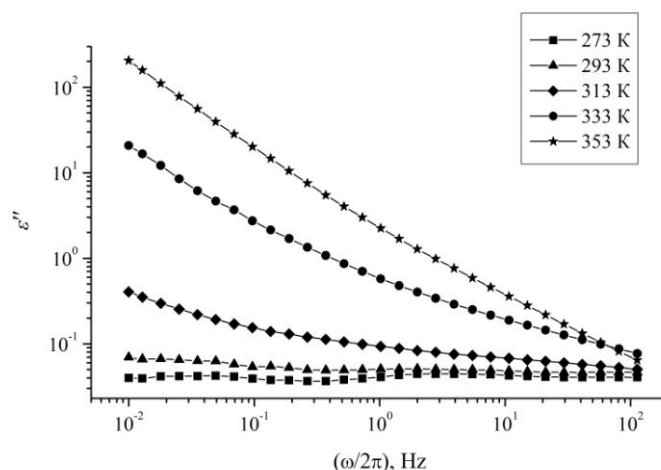


Fig. 4 – Frequency dependence of dielectric loss factor ε'' in silver stearate layers at different temperatures

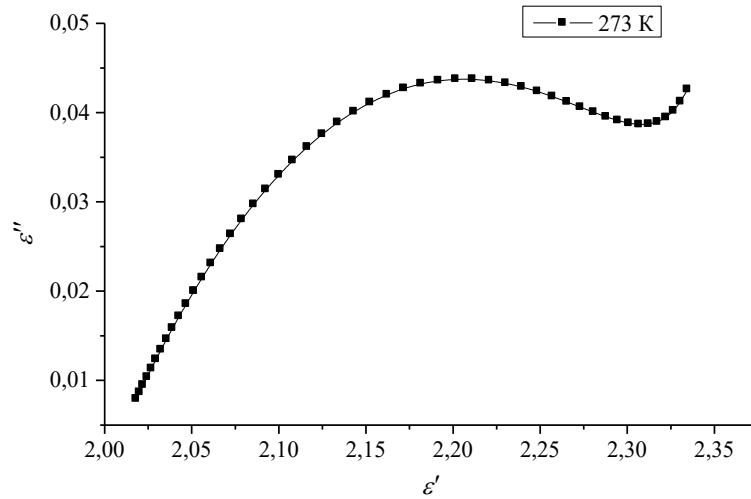
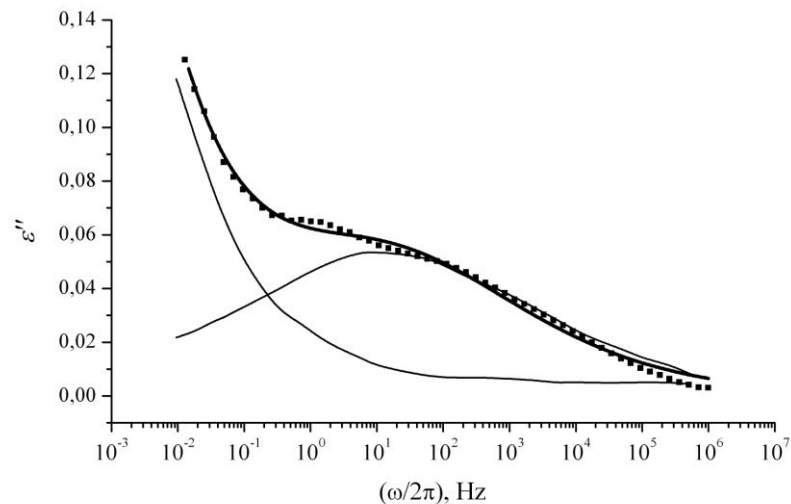


Fig. 5 – Cole-Cole diagram for silver stearate samples at temperature T=273 K

The existence of the non-Debye relaxation mechanism is confirmed when estimating the values of parameters in the two-parameter Havriliak - Negami empirical function (HN) [13]. The results of measuring dielectric spectra were approximated using Winfit 3.3 software (Novocontrol Technologies GmbH) (Fig. 6). Based on this approximation, locations of the dielectric loss maxima and the area of conductivity contribution were highlighted and the HN parameters for the studied polarization processes were determined, by the expression:

$$\varepsilon^*(\omega) = \varepsilon_{\infty} + \frac{\Delta\varepsilon}{\left[1 + (i\omega\tau)^{\alpha_{HN}}\right]^{\beta_{HN}}} \quad (2)$$

where ε_{∞} is the high-frequency limit of the real part of dielectric permittivity, $\Delta\varepsilon$ – the dielectric increment (the difference between the low-frequency and high-frequency limits), $\omega=2\pi f$, α_{HN} and β_{HN} – shape parameters describing, respectively, the symmetric ($\beta=1.00$ – the Cole-Cole distribution) and asymmetric ($\alpha=1.00$ – the Cole-Davidson distribution) expansion of the relaxation function. Taking into account the error of approximation, we can conclude that in the studied range of frequencies and temperatures in silver stearate layers, the Debye oscillation process is observed with the distribution of relaxation times, in concordance with the Cole-Cole model. The relaxation times distribution function $G(\tau)$ calculated for the studied silver stearate samples is shown in figure 7.

Fig. 6 – Approximation of the experimental dependence of the loss factor ε'' from frequency function (HN) for the temperature $T=303$ K.

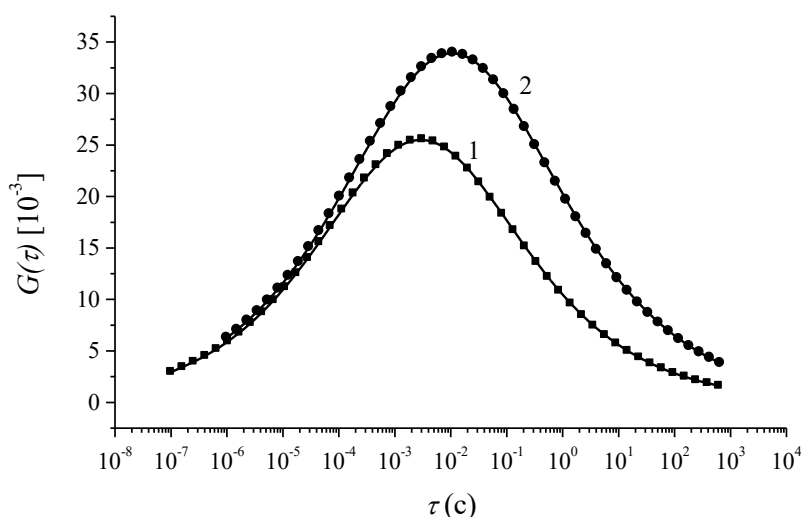


Fig. 7 – Relaxation times distribution function $G(\tau)$ calculated for the studied silver stearate samples at two different temperatures, T . 1 – 283 K, 2 – 303 K.

Conclusions

Frequency dependence of the real part of the conductivity has the form $\sigma = A\omega^s$ that reveals the existence of a hopping mechanism of conduction in localized states. The temperature dependence σ is characterized by the presence of two areas with different activation energy.

The increase in dielectric permittivity along with decreasing frequency and increasing temperature, as well as the increase in the magnitude of dielectric losses with temperature are most likely associated with the manifestation of the dipole-relaxation polarization and conduction mechanisms. The shape of the Cole-Cole diagram shows that silver stearate is a non-Debye dielectric material characterized by a wide distribution of relaxators, according to the Cole-Cole relaxation model.

Acknowledgments

This research was supported by Ministry of Education and Science of the Russian Federation (project № 2014/376)

References

1. Morgan D.A. 1993 J. Phot. Sci. 41 108
2. Goryaev M. A. 1994 Russian Journal of Applied Chemistry 67 858
3. Goryaev M. 2013 Physical principles of photochemistry of the solid. Photolysis of inorganic solids (Saarbrücken: Lambert Acad. Publ.) (in Russian)
4. Goryaev M. A., Smirnov A. P. 2012 RSPU Proceedings 144 29 (in Russian)
5. Goryaev M. A. 1994 Soviet Technical Physics Letters 20 871
6. Castro R.A., Nemov S.A., Seregin P.P. 2006 Semiconductors 40 898
7. Anisimova N.I., Bordovsky G.A., Bordovsky V.A., Castro R.A. 2002 Radiation Effects and Defects in Solids 156 359
8. Castro R.A., Bordovsky G.A., Bordovsky V.A., Anisimova N.I. 2006 Journal of Non-Crystalline Solids 352 1560
9. Castro, R.A., Bordovsky, V.A., Grabko, G.I. 2009 Glass Physics and Chemistry 35 43
10. Afanasiev V.P., Vendig I.B., Vendig O.G., Medvedeva N.Yu, Odit M.A., Sitnikova M.F., Petrov A.A., Sokolova I.M., Chigirev D.A., Kastro R.A. 2012 Glass Physics and Chemistry 38 63
11. Austin J.G., Mott N.F. 1969 Adv. Phys. 18 41
12. Gutenev M. S. 1983. Physics and chemistry of glass 9 291 (in Russian)
13. Kremer F, Schoenhals A 2003 Broadband dielectric spectroscopy (Berlin Heidelberg: Springer)
14. Goryaev M.A., Castro R.A., Smirnov A.P. 2014 Journal of Physics: Conference Series 572 012041
15. Castro R.A., Bordovsky V.A., Anisimova N.I., Grabko G.I. 2009 Semiconductors 43 365

DOI: 10.18454/IRJ.2016.47.098

Коломоец А.А.¹, Модин А.С.²¹Кандидат физико-математических наук, доцент; ²Аспирант,

Саратовский государственный технический университет им. Гагарина Ю. А.

**ДИНАМИЧЕСКАЯ ПОТЕРЯ УСТОЙЧИВОСТИ ПРЕДВАРИТЕЛЬНО НАГРУЖЕННОЙ
ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ОБОЛОЧКИ ПРИ ДЕЙСТВИИ НЕРАВНОМЕРНОГО ВНЕШНЕГО ДАВЛЕНИЯ****Аннотация**

Исследуется влияние предварительного статического неравномерного внешнего давления на величину динамической критической нагрузки замкнутой цилиндрической оболочки при различных размерах площадки нагружения. Для решения задачи использованы нелинейные дифференциальные уравнения статики и динамики теории пологих оболочек в смешанной форме кинематической модели Кирхгофа-Лява. Составными частями алгоритма численного решения задачи являются метод Бубнова в высших приближениях, метод Рунге-Кутты и метод продолжения решения по параметру. Численно исследована сходимость метода Бубнова.

Ключевые слова: цилиндрическая оболочка, метод Бубнова, метод продолжения решения по параметру, потеря устойчивости, неравномерное внешнее давление, предварительное нагружение.

Kolomoets A.A.¹, Modin A.S.²¹PhD in Physics and Mathematics, Associate Professor; ²Postgraduate student,
Yuri Gagarin State Technical University of Saratov**DYNAMICAL STABILITY LOSS OF A PRELOADED CYLINDRICAL
SHELL UNDER THE NON-UNIFORM EXTERNAL PRESSURE****Abstract**

The paper researches the dependency of a dynamical critical load value from a preload magnitude considering the various size of the loading area. We have used the nonlinear equations referring Kirchhoff-Love's cinematic model of statics and dynamics flat shells theory in the mixed form to solve the specified problem. The algorithm involves the Bubnov method with higher approximations the Runge-Kutta methods and the method of continuation by parameter. Bubnov method was numerically researched for convergence.

Keywords: cylindrical shell, Bubnov method, method of continuation by parameter, stability loss, non-uniform external pressure, preloaded shell.

Введение. Исследованию статической и динамической потери устойчивости замкнутой цилиндрической оболочки конечной длины при действии неравномерного внешнего давления посвящены, например, работы [1-9]. В данной работе установлены зависимости динамической критической нагрузки от уровня предварительного нагружения статическим внешним давлением и геометрических параметров оболочки.

§1. Постановка задачи. Рассматривается замкнутая гибкая круговая цилиндрическая оболочка конечной длины l , радиуса R , толщины h шарнирно закрепленная по торцам (рис. 1).

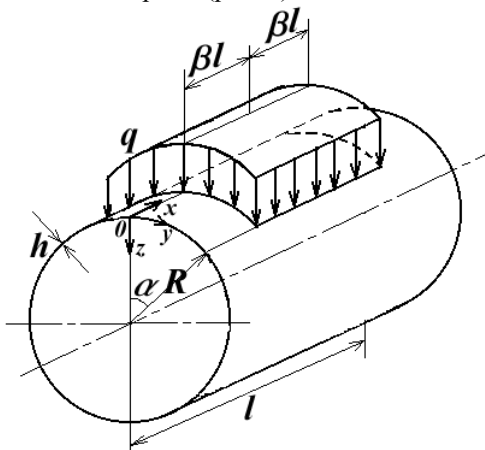


Рис. 1.

Предварительное нагружение оболочки осуществляется равномерным внешним давлением, приложенным по площадке:

$$\frac{l}{2} - \beta l \leq x \leq \frac{l}{2} + \beta l, -\alpha R \leq y \leq \alpha R.$$

Для определения предварительного напряженно-деформированного состояния оболочки используем нелинейные дифференциальные уравнения статики гибких пологих оболочек в смешанной форме кинематической модели Кирхгофа-Лява [10]:

$$\begin{aligned} \frac{D}{h} \nabla^4 w &= L(w, \phi) + \nabla_k^2 \phi + \frac{q}{h}, \\ \frac{1}{E} \nabla^4 \phi &= -\frac{1}{2} L(w, w) - \nabla_k^2 w. \end{aligned} \quad (1.1)$$

Граничные условия имеют вид:

$$w = 0, \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} = 0, \phi = 0, \frac{\partial^2 \phi}{\partial x^2} = 0, \text{ при } x = 0 \text{ и } x = l. \quad (1.2)$$

Здесь

$$\begin{aligned} \nabla^4 &= \frac{\partial^4}{\partial x^4} + 2 \frac{\partial^4}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4}{\partial y^4}, \nabla_k^2 = K_y \frac{\partial^2}{\partial x^2}, D = \frac{E h^3}{12(1 - \nu^2)}, \\ L(w, \phi) &= \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} \cdot \frac{\partial^2 \phi}{\partial y^2} - 2 \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y} \frac{\partial^2 \phi}{\partial x \partial y} + \frac{\partial^2 \phi}{\partial x^2} \cdot \frac{\partial^2 w}{\partial y^2}, \\ L(w, w) &= 2 \left[\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} \cdot \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} - \left(\frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y} \right)^2 \right]; \end{aligned}$$

x, y – продольная и окружная координаты; q – внешнее давление; E и ν – модуль Юнга и коэффициент Пуассона; w и ϕ – искомые функции прогиба и усилий; $K_y = \frac{1}{R}$ – кривизна оболочки.

Безразмерные параметры введены по формулам:

$$\begin{aligned} x &= l\bar{x}, y = R\bar{y}, w = h\bar{w}, \phi = E h^2 \bar{\phi}, \\ K_y &= \bar{K}_y \frac{h}{R^2}, \lambda = \frac{l}{R}, q = \frac{E h^4}{l^2 R^2} \bar{q}, \bar{q} = \bar{q}_1 K_y^2. \end{aligned} \quad (1.3)$$

Площадка нагружения в безразмерном виде

$$0.5 - \beta \leq \bar{x} \leq 0.5 + \beta, -\alpha \leq \bar{y} \leq \alpha. \quad (1.4)$$

При исследовании динамической устойчивости предварительно нагруженной оболочки исходной является система нелинейных дифференциальных уравнений динамики гибких пологих оболочек в смешанной форме [11]:

$$\begin{aligned} \frac{D}{h} \nabla^4 w &= L(w, \phi) + \nabla_k^2 \phi + \frac{q}{h} - \frac{\gamma h}{g} \left(\frac{\partial^2 w}{\partial t^2} + \varepsilon \frac{\partial w}{\partial t} \right), \\ \frac{1}{E} \nabla^4 \phi &= -\frac{1}{2} L(w, w) - \nabla_k^2 w. \end{aligned} \quad (1.5)$$

Здесь γ – удельный вес материала; g – ускорение силы тяжести; t – время; ε – коэффициент демпфирования среды.

Начальные условия имеют вид:

$$w = w_0, \phi = \phi_0, \frac{\partial w}{\partial t} = 0 \text{ при } t = 0. \quad (1.6)$$

где w_0, ϕ_0 – прогиб и функция усилий, полученные в результате решения задачи (1.1) – (1.2).

Граничные условия имеют вид (1.2).

Дополнительно к (1.3) вводятся безразмерные параметры:

$$t = \frac{lR}{h} \sqrt{\frac{\gamma}{Eg}} \bar{t}, \varepsilon = \frac{h}{lR} \sqrt{\frac{Eg}{\gamma}} \bar{\varepsilon}. \quad (1.7)$$

§2. Алгоритм расчета. Решение краевой задачи (1.1) – (1.2) ищем в виде

$$(\bar{w}, \bar{\phi}) = \sum_{i=1}^N \sum_{j=0}^M (A_{ij}, B_{ij}) \sin i\pi\bar{x} \cos j\bar{y}. \quad (2.1)$$

Краевая задача (1.1) – (1.2) решается методом Бубнова. После применения метода получаем систему $2N(M + 1)$ нелинейных алгебраических уравнений относительно неизвестных коэффициентов A_{ij}, B_{ij} с параметром \bar{q}_1 . Для решения полученной системы нелинейных алгебраических уравнений используем метод продолжения решения по параметру [12].

Пусть $m = 2N(M + 1)$. Запишем систему нелинейных алгебраических уравнений в виде

$$F_i(A_{10}, A_{11}, \dots, A_{NM}, B_{10}, B_{11}, \dots, B_{NM}, \bar{q}_1) = 0, \quad i = 1, 2, \dots, m. \quad (2.2)$$

Введем параметр τ , который в отличие от параметра задачи \bar{q}_1 будем называть параметром продолжения.

Обозначим $\bar{X} = \{A_{10}, A_{11}, \dots, A_{NM}, B_{10}, B_{11}, \dots, B_{NM}, \bar{q}_1\}$. Компоненты X_j ($j = 1, 2, \dots, m + 1$) вектора $\bar{X} \in R_{m+1}$ являются непрерывными и дифференцируемыми функциями параметра продолжения τ .

$$\begin{aligned} X_j &= X_j(\tau), \\ j &= 1, 2, \dots, m + 1. \end{aligned} \quad (2.3)$$

Изменение параметра продолжения τ соответствует продвижению вдоль кривой L решения системы (2.2) в R_{m+1} .

Продифференцируем (2.2) по τ . В результате получим систему m линейных однородных уравнений для $m + 1$ неизвестных $\frac{dX_j}{d\tau}$.

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^{m+1} F_{i,j} \frac{dX_j}{d\tau} &= 0, \\ i &= 1, 2, \dots, m. \end{aligned} \quad (2.4)$$

В матричной форме эта система уравнений имеет вид

$$\begin{aligned} \bar{J} \cdot \frac{d\bar{X}}{d\tau} &= 0, \bar{J} = \|F_{i,j}\| = \left\| \frac{\partial F_i}{\partial X_j} \right\| \\ i &= 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, m + 1. \end{aligned} \quad (2.5)$$

Пусть \bar{X}_0 некоторое известное решение системы (2.2). Принимаем, что этому известному решению соответствует значение параметра $\tau = 0$.

$$\bar{X}(0) = \bar{X}_0. \quad (2.6)$$

Уравнение (2.5) с начальным условием (2.6) представляет собой неявно сформулированную задачу Коши по параметру τ . Для интегрирования задачи Коши необходимо из системы уравнений (2.5) найти вектор

$$\frac{d\bar{X}}{d\tau} = \left\| \frac{dX_1}{d\tau}, \frac{dX_2}{d\tau}, \dots, \frac{dX_{m+1}}{d\tau} \right\|^T$$

Применим метод ортогонализации Грама-Шмидта, описанный в [12], который позволяет дополнить систему дифференциальных уравнений вида (2.5) до явной задачи Коши с начальным условием (2.6). Обозначим через K_i строку матрицы \bar{J} :

$$K_i = [F_{i,1}, \dots, F_{i,m+1}]^T \quad (2.7)$$

Систему (2.5) запишем в виде скалярного произведения векторов:

$$\left(K_i, \frac{d\bar{X}}{d\tau} \right) = 0, \quad i = 1, 2, \dots, m. \quad (2.8)$$

Построим из базиса K_i , $i = 1, \dots, m$ ортонормированный базис с помощью процесса ортогонализации Грама-Шмидта.

Пусть U_i , $i = 1, \dots, m$ ортогональный базис, а V_i , $i = 1, \dots, m$ – соответствующий U_i ортонормированный базис. Процесс построения базисов U_i и V_i по Граму-Шмидту имеет вид:

$$\begin{aligned} U_1 &= K_1, V_1 = \frac{U_1}{\|U_1\|}; \\ U_k &= K_k - \sum_{i=1}^{k-1} (K_k, V_i) \cdot V_i, \quad V_k = \frac{U_k}{\|U_k\|}; \\ k &= 2, \dots, m. \end{aligned} \quad (2.9)$$

Когда известен ортонормированный базис V_i , $i = 1, \dots, m$ то отыскание решения системы (2.8) сводится к нахождению орта V_{m+1} ортогонально дополняющего V_i , $i = 1, \dots, m$ до базиса R_{m+1} . Для этого задаем некоторый вектор Q , имеющий ненулевую составляющую U_{m+1} и поэтому линейно независимый с векторами V_i , $i = 1, \dots, m$.

$$\begin{aligned} U_{m+1} &= Q - \sum_{i=1}^m (Q, V_i) \cdot V_i; \\ V_{m+1} &= \frac{U_{m+1}}{\|U_{m+1}\|}. \end{aligned} \quad (2.10)$$

Следуя [12] обозначим через $\text{ort}(\bar{J}, Q)$ операцию (2.9), (2.10) определения орта V_{m+1} по заданным векторам K_i и вектору Q , линейно независимому с K_i . Тогда решение систем (2.5), (2.8) можно представить в виде:

$$\frac{d\bar{X}}{d\tau} = \text{ort}(\bar{J}, Q). \quad (2.11)$$

Дифференциальное уравнение (2.11) вместе с начальным условием (2.6) в отличие от (2.5) представляют собой явную формулировку задачи Коши по параметру τ . Интегрирование (2.11) позволяет построить кривую решения системы нелинейных уравнений (2.2), начиная от точки \bar{X}_0 и двигаясь вдоль кривой L .

Систему (2.11) решаем методом Рунге-Кутты.

На рис. 2 показана зависимость прогиб-нагрузка, полученная при решении краевой задачи (1.1) – (1.2). Здесь точка А соответствует докритической нагрузке, В – верхней критической нагрузке, С – нижней критической нагрузке, D – закритической нагрузке. Вычисления проводились при $\bar{K}_y = 112.5$, $\lambda = 1.5$, $\alpha = 0.3$, $\beta = 0.2$, $\nu = 0.3$, $(x_0; y_0) = (0.5; 0)$, $N = 4$, $M = 12$.

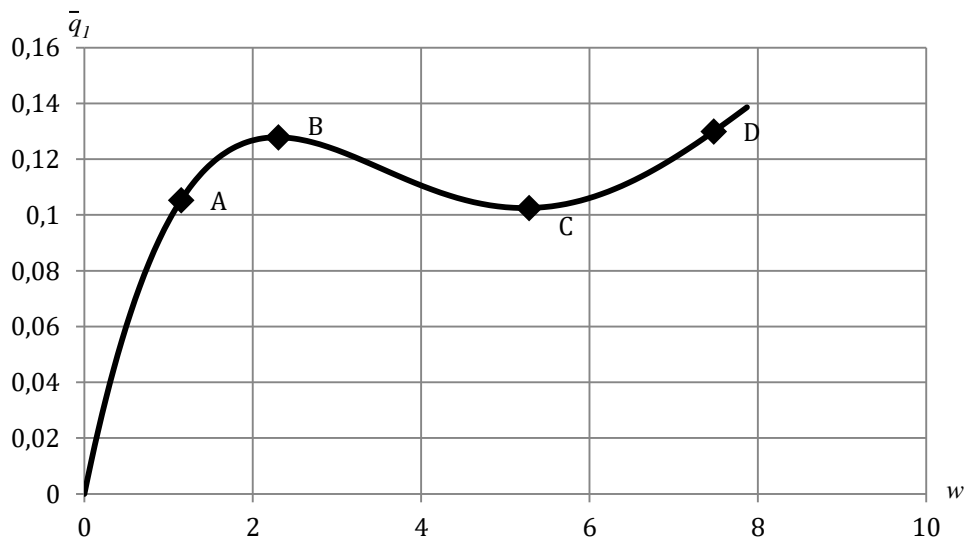


Рис. 2.

На рис. 3 показаны формы изгиба оболочки при уровнях статического нагружения, соответствующих точкам А, В, С, D на рис. 2.

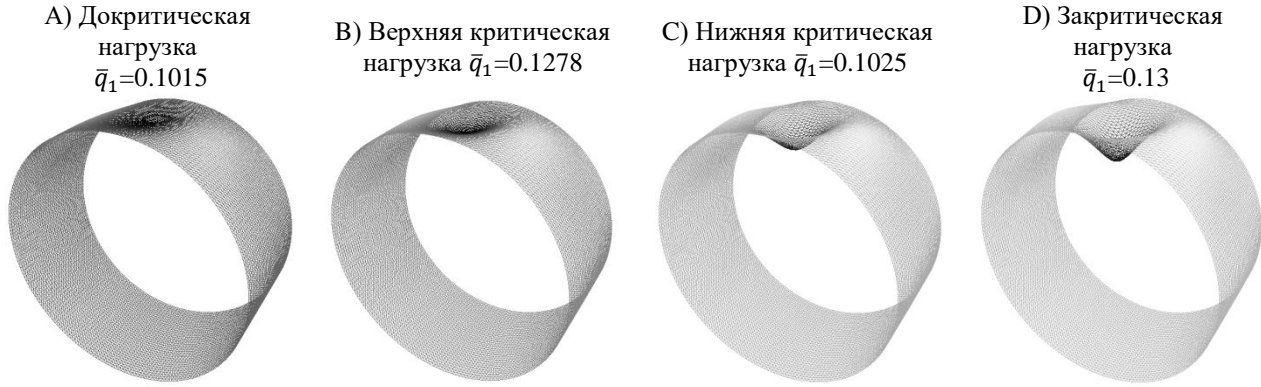


Рис. 3.

Алгоритм решения начально-краевой задачи (1.5), (1.2), (1.6) основан на методах Бубнова и Рунге-Кутты. Решение ищется в виде

$$(\bar{w}, \bar{\phi}) = \sum_{i=1}^N \sum_{j=0}^M (A_{ij}(\bar{t}), B_{ij}(\bar{t})) \sin i\pi\bar{x} \cos j\bar{y}. \quad (2.3)$$

В результате применения метода Бубнова к (1.5) получаем систему $N(M + 1)$ обыкновенных дифференциальных уравнений 2-го порядка и $N(M + 1)$ нелинейных алгебраических уравнений относительно неизвестных коэффициентов $A_{ij}(\bar{t})$, $B_{ij}(\bar{t})$.

Коэффициенты $B_{ij}(\bar{t})$ аналитически выражаются через $A_{ij}(\bar{t})$. Система обыкновенных дифференциальных уравнений относительно $A_{ij}(\bar{t})$ решается методом Рунге-Кутты 4-го порядка.

Численно исследуем сходимость метода Бубнова при решении сформулированных задач. Вычисления проводились при $\bar{K}_y = 112.5$, $\lambda = 1.5$, $\alpha = 0.3$, $\beta = 0.2$, $\nu = 0.3$, $(x_0; y_0) = (0.5; 0)$, $N = 4$, $M = 12$.

На рис. 4 и 5 показана сходимость метода Бубнова в задаче статики по M и N соответственно.

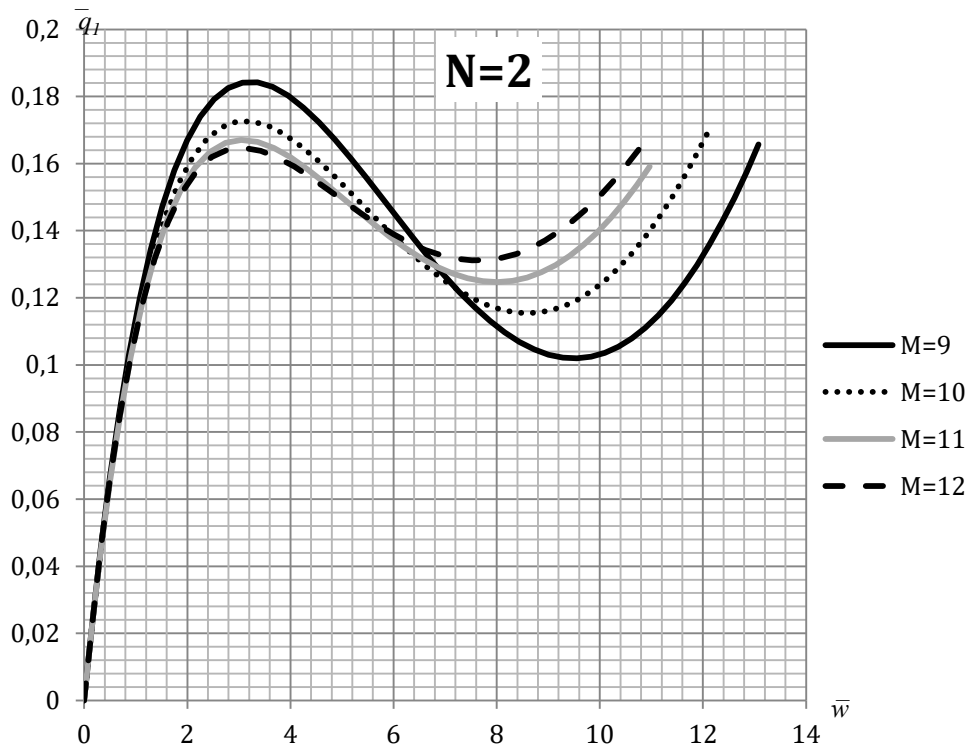


Рис. 4.

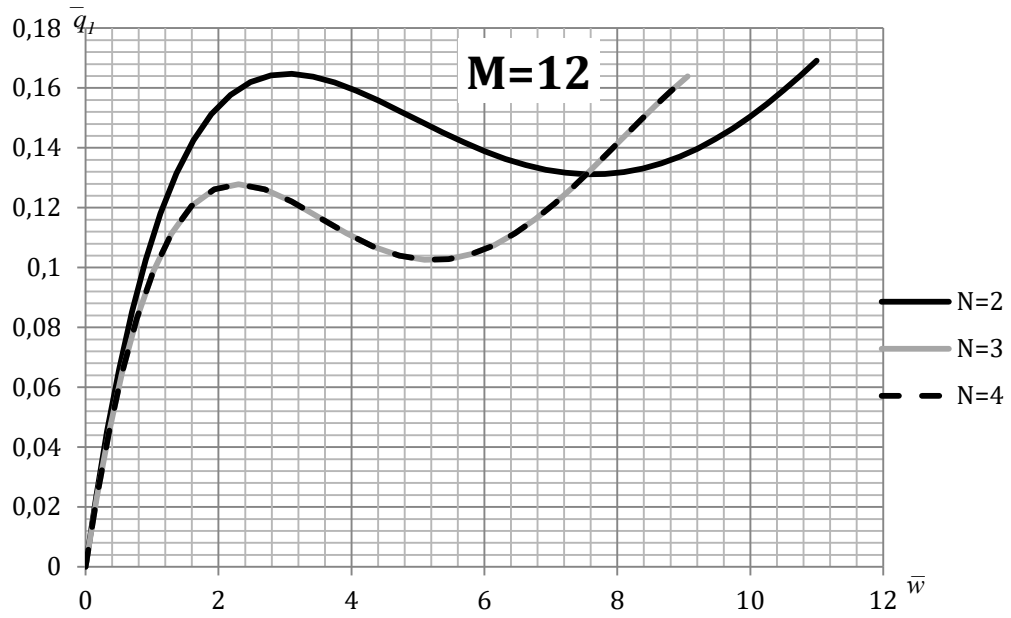


Рис. 5.

На рис. 6 и 7 показана сходимость метода Бубнова в задаче динамики по M и N соответственно.

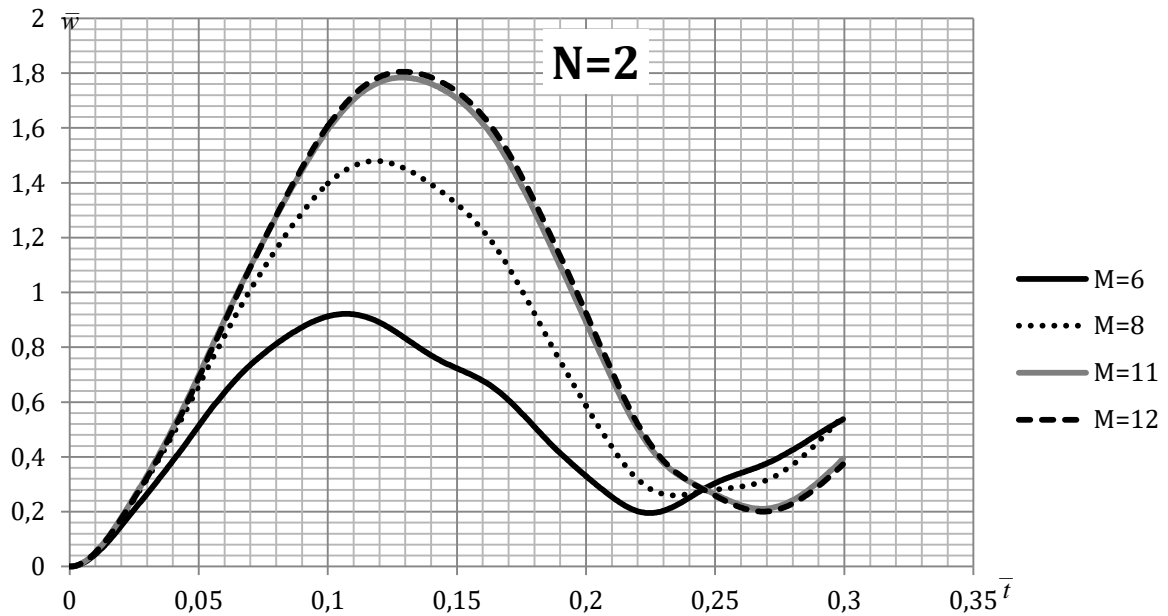


Рис. 6.

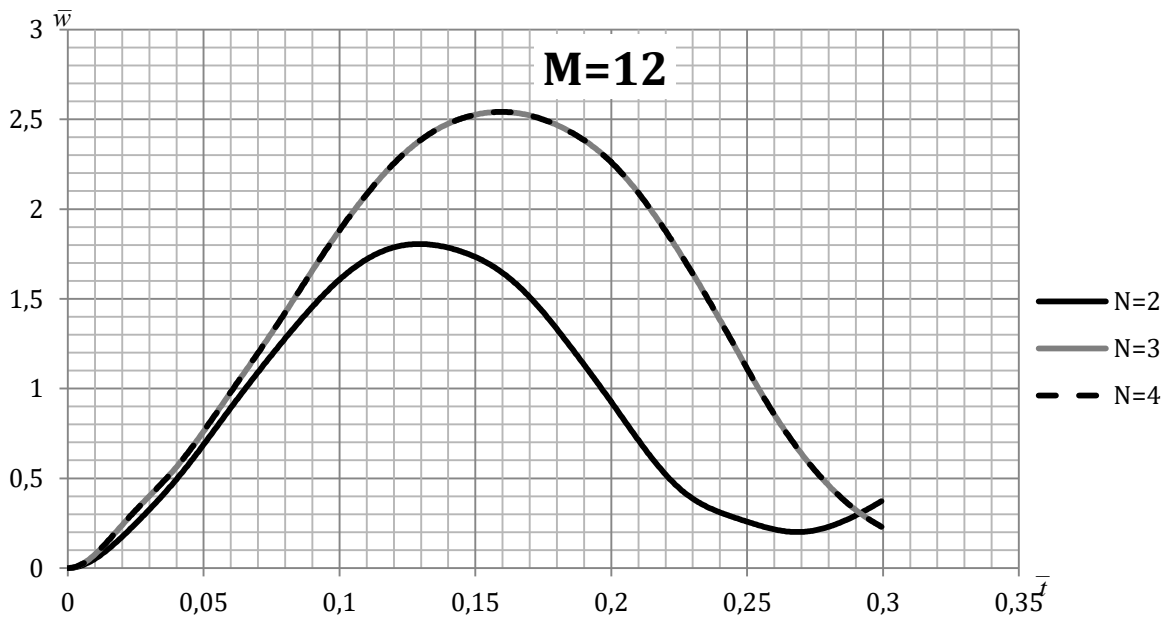


Рис. 7.

§3. Механические эффекты. Моделирование предварительного нагружения оболочки осуществлялось заданием начальных значений коэффициентов A_{ij} , B_{ij} , взятых для соответствующего уровня нагрузки из решения задачи статики. Последующее нагружение производится по той же площадке, что и предварительное нагружение оболочки.

Динамическая критическая нагрузка оболочки определялась по критерию Шю, Сунг и Рота [13]. Согласно этому критерию динамическая критическая нагрузка определяется из анализа кривых $\bar{w}(\bar{t})$ при различных значениях \bar{q}_1 . Вначале, при увеличении нагрузки, время достижения первого максимума кривой $\bar{w}(\bar{t})$ возрастает, а при достижении некоторого значения \bar{q}_1 первый максимум кривой $\bar{w}(\bar{t})$ начинает достигаться раньше по времени. Это значение нагрузки и принимается за динамическую критическую нагрузку.

Определение динамической критической нагрузки по критерию [13] проиллюстрировано на рис. 8 и 9.

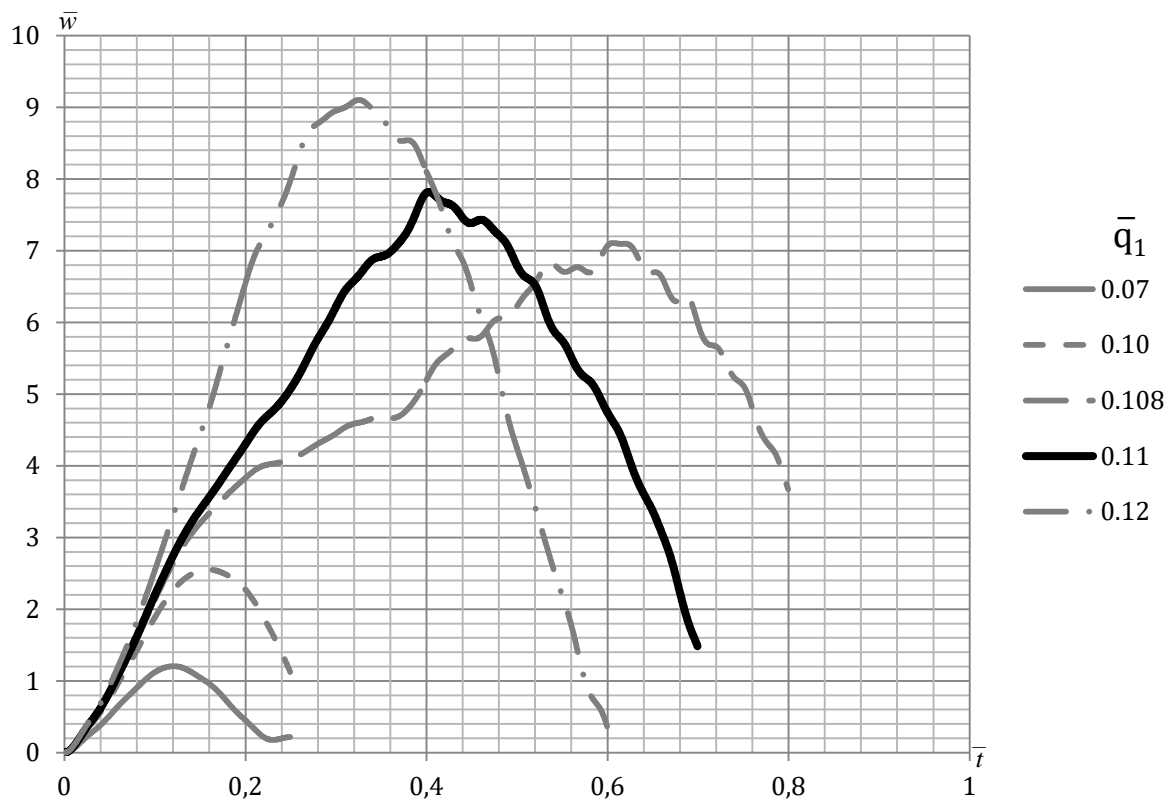


Рис. 8

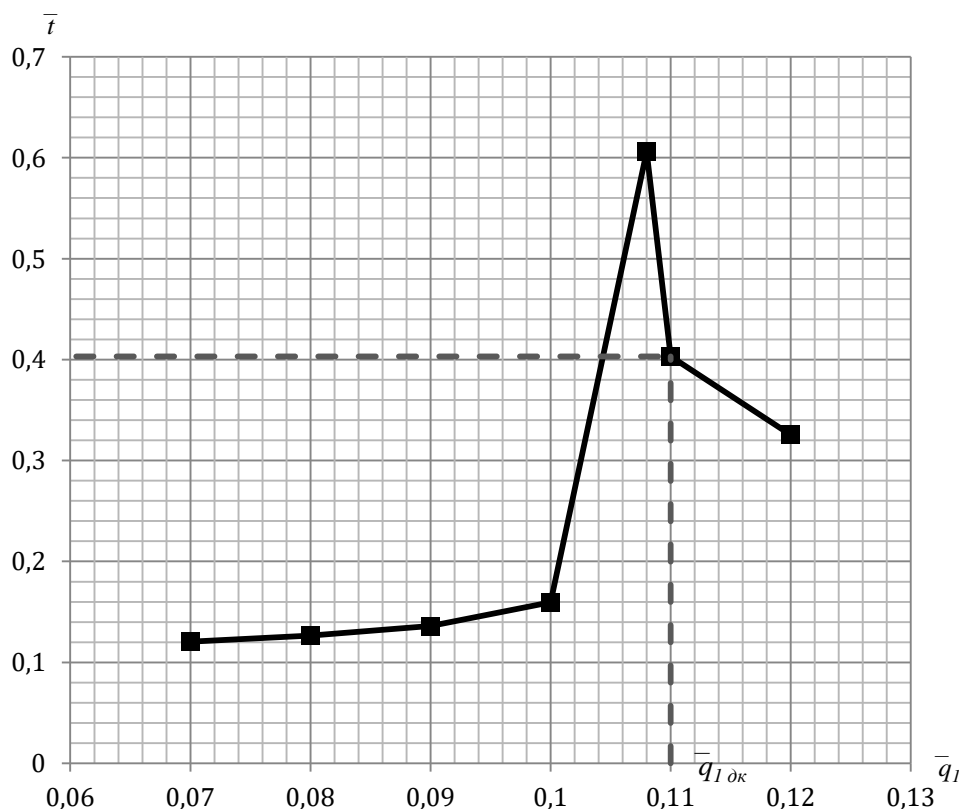


Рис. 9.

Зависимость динамической критической нагрузки $\bar{q}_{1\text{ок}}$ от уровня предварительно приложенной статической нагрузки показана на рис. 10.

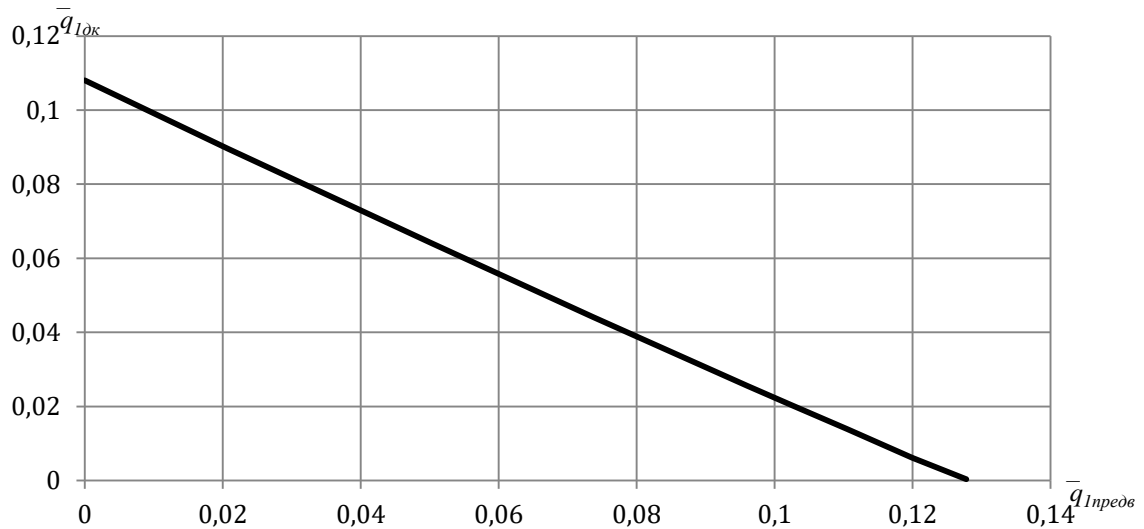


Рис. 10.

На рис. 11 показаны зависимости динамической критической нагрузки от длины площадки нагружения при различных уровнях предварительного нагружения при $\alpha = 0,3$.

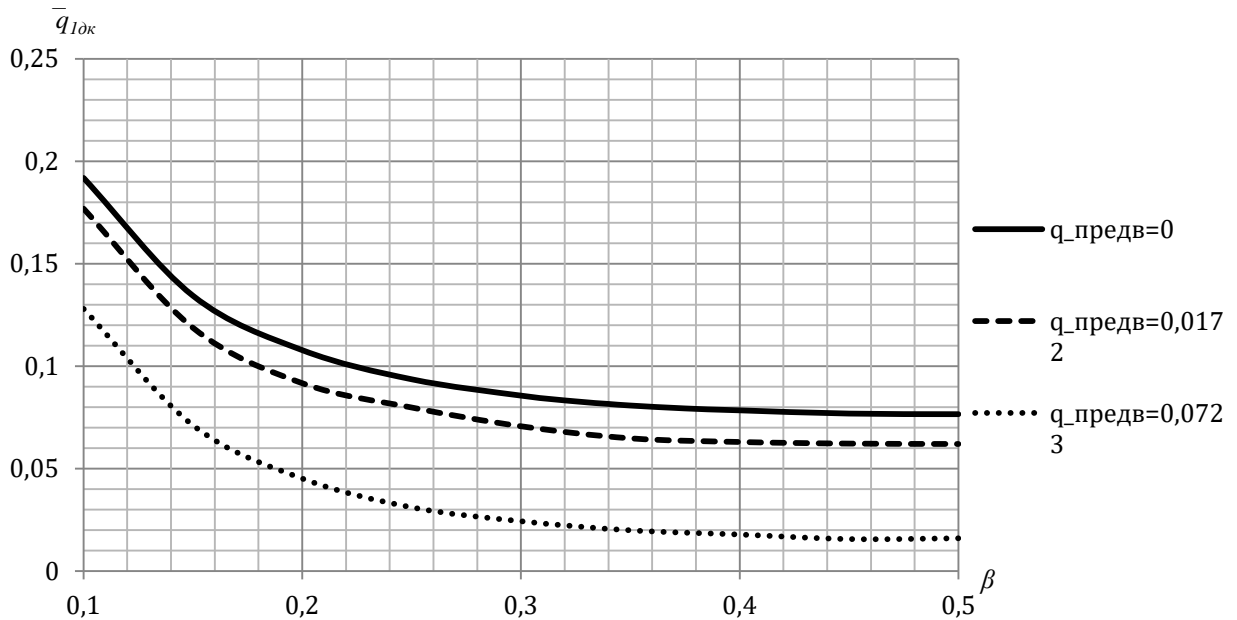


Рис. 11.

На рис. 12 показаны зависимости динамической критической нагрузки (кривые 1, 2) от ширины площадки нагружения без предварительного нагружения и с предварительным нагружением, а также зависимость статической критической нагрузки от ширины площадки нагружения (кривая 3).

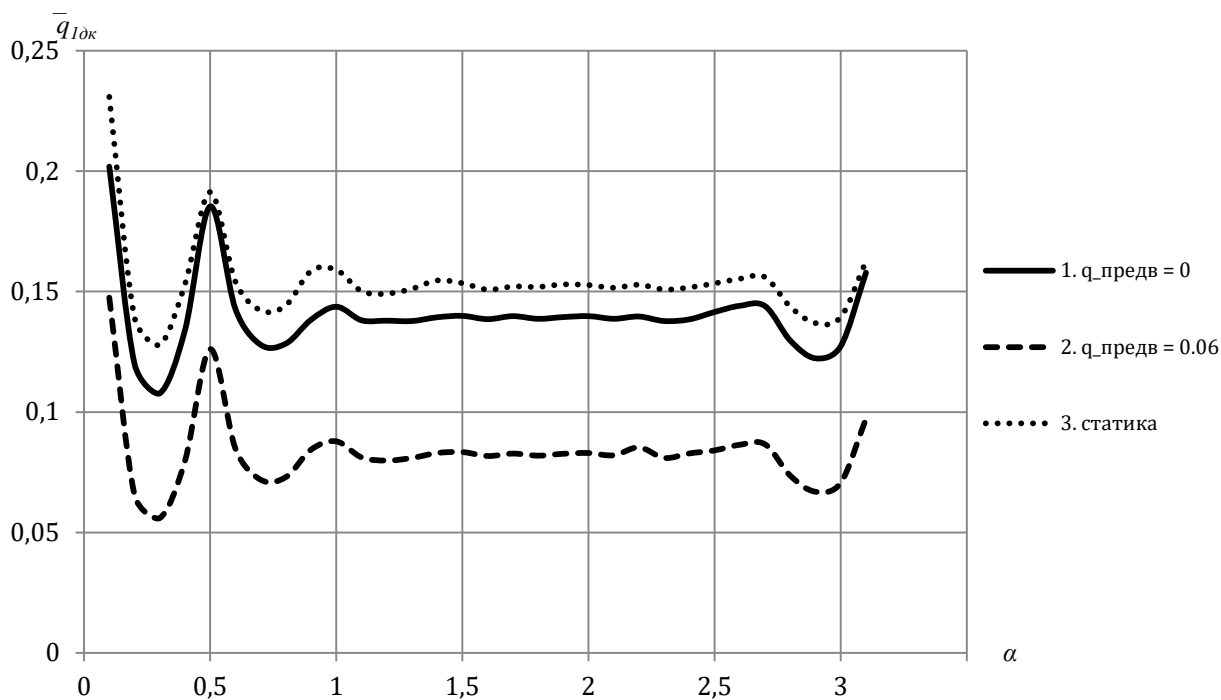


Рис. 12.

Закключение. Для тонкостенных конструкций типа оболочек наиболее опасным является сочетание статических нагрузок с разного рода динамическими воздействиями. В данной работе, с использованием нелинейных дифференциальных уравнений статики и динамики пологих оболочек в смешанной форме кинематической модели Кирхгофа-Лява, показано влияние предварительного неравномерного внешнего статического давления на величину динамической критической нагрузки замкнутой цилиндрической оболочки.

Литература

1. Крысько В.А. Динамическая потеря устойчивости гибкой цилиндрической оболочки при действии неравномерного внешнего давления / В.А. Крысько, А.А. Коломоец, С.А. Рыжов // Прикл. механика. – 1990. – Т.26. – №2. – С.76–82.
2. Григолюк Э.И. Тонкие круговые оболочки под действием импульса внешнего давления / Э.И. Григолюк, Сребровский А.И. // Инж. Журнал Механика твердого тела. – 1968. – №3. – С.110–118.
3. Кабанов В.В. Предельное состояние и устойчивость цилиндрической оболочки при неоднородном неосесимметричном внешнем давлении / В.В. Кабанов, Г.И. Курцевич, В.Д. Михайлов // Изв. АН СССР. Механика твердого тела. – 1978. – №4. – С.129–134.
4. Коломоец А.А. Устойчивость равновесных состояний цилиндрической оболочки при действии неравномерного внешнего давления / А.А. Коломоец А.С. Модин // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2014. – №1. – С.13–17.
5. Коломоец А.А. Нелинейный отклик цилиндрической оболочки на локальный импульс неравномерного внешнего давления [Текст] / А. А. Коломоец А. С. Модин // Евразийский Союз Ученых. – 2015. – № 10 (19). – С. 34–37.
6. Колосов Г.И. Устойчивость равновесных состояний сжатой в осевом направлении замкнутой круговой цилиндрической оболочки к малым возмущениям // Изв. РАН. МТТ. – 2006. – №2. – С.77–83.
7. Коломоец А.А. Динамическая и статическая устойчивость гибкой цилиндрической оболочки при неравномерном внешнем давлении. /А.А. Коломоец А.Н. Куцемако. // Проблемы машиностроения и автоматизации. – 1993. – № 1–2. – С.49–53.
8. Коломоец А.А. Нелинейное деформирование и устойчивость замкнутой цилиндрической оболочки при произвольном внешнем давлении. / Коломоец А.А., Крысько В.А., Куцемако А.Н. // Изв. Вузов. Строительство и архитектура. – 1985. – №2. – С.32–36.
9. Коломоец А.А. Нелинейная динамика предварительно нагруженной несовершенной цилиндрической оболочки при действии неравномерного внешнего давления [Текст] / А. А. Коломоец, А. С. Модин // Вестник Саратовского государственного технического университета. – 2015. – № 80. – С. 7–12.
10. Вольмир А.С. Гибкие пластины и оболочки. / А.С. Вольмир – М.: Гостехиздат, 1956. – 419 с.
11. Вольмир А.С. Нелинейная динамика пластинок и оболочек. / А.С. Вольмир – М.: Наука, 1972. – 432 с.
12. Григолюк Э.И. Проблемы нелинейного деформирования: Метод продолжения по параметру в нелинейных задачах механики твердого деформируемого тела. / Э.И. Григолюк, В.И. Шалашилин – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1988. – 232 с.
13. Shian A.C., Soong T.T., Roth R.S. Dynamic Buckling of Conical Shells with Imperfections // AIAA Journal. – 1974. – V. 12. – №6. – P. 1122–1132.

References

1. Kry's'ko V.A. Dinamicheskaja poterja ustojchivosti gibkoj cilindriceskoj obolochki pri dejstvii neravnomernogo vneshnego davlenija / V.A. Kry's'ko, A.A. Kolomoec, S.A. Ryzhov // Prikl. mehanika. – 1990. – T.26. – №2. – S.76–82.

2. Grigoljuk Je.I. Tonkie krugovye obolochki pod dejstviem impul'sa vneshnego davlenija / Je.I. Grigoljuk, Srebrovskij A.I. // Inzh. Zhurnal Mehanika tverdogo tela. – 1968. – №3. – S.110–118.
3. Kabanov V.V. Predel'noe sostojanie i ustojchivost' cilindricheskoj obolochki pri neodnorodnom neosesimmetrichnom vneshnem davlenii / V.V. Kabanov, G.I. Kurcevich, V.D. Mihajlov // Izv. AN SSSR. Mehanika tverdogo tela. – 1978. – №4. – S.129–134.
4. Kolomoec A.A. Ustojchivost' ravovesnyh sostojanij cilindricheskoj obolochki pri dejstvii neravnomernogo vneshnego davlenija / A.A. Kolomoec A.S. Modin // Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Stroitel'stvo. – 2014. – №1. – S.13–17.
5. Kolomoec A.A. Nelinejnyj otklik cilindricheskoj obolochki na lokal'nyj impul's neravnomernogo vneshnego davlenija [Tekst] / A. A. Kolomoec A. S. Modin // Evrazijskij Sojuz Uchenyh. – 2015. – № 10 (19). – S. 34–37.
6. Kolosov G.I. Ustojchivost' ravovesnyh sostojanij szhatoj v osevom napravlenii zamknutoj krugovoj cilindricheskoj obolochki k malym vozmushhenijam // Izv. RAN. MTT. – 2006. – №2. – S.77–83.
7. Kolomoec A.A. Dinamicheskaja i staticheskaja ustojchivost' gibkoj cilindricheskoj obolochki pri neravnomernom vneshnem davlenii. / A.A. Kolomoec A.N. Kucemako. // Problemy mashinostroenija i avtomatizacii. – 1993. – № 1–2. – S.49–53.
8. Kolomoec A.A. Nelinejnoe deformirovanie i ustojchivost' zamknutoj cilindricheskoj obolochki pri proizvol'nom vneshnem davlenii. / Kolomoec A.A., Krysko V.A., Kucemako A.N. // Izv. Vuzov. Stroitel'stvo i arhitektura. – 1985. – №2. – S.32–36.
9. Kolomoec A.A. Nelinejnaja dinamika predvaritel'no nagruzhennoj nesovershennoj cilindricheskoj obolochki pri dejstvii neravnomernogo vneshnego davlenija [Tekst] / A. A. Kolomoec, A. S. Modin // Vestnik Saratovskogo gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta. – 2015. – № 80. – S. 7–12.
10. Vol'mir A.S. Gibkie plastiny i obolochki. / A.S. Vol'mir – M.: Gostehizdat, 1956. – 419 s.
11. Vol'mir A.S. Nelinejnaja dinamika platinok i obolochek. / A.S. Vol'mir – M.: Nauka, 1972. – 432 s.
12. Grigoljuk Je.I. Problemy nelinejnogo deformirovanija: Metod prodolzhenija po parametru v nelinejnyh zadachah mehaniki tverdogo deformiruемого tela. / Je.I. Grigoljuk, V.I. Shalashilin – M.: Nauka. Gl. red. fiz.-mat. lit., 1988. – 232 s.
13. Shian A.C., Soong T.T., Roth R.S. Dynamic Buckling of Conical Shells with Imperfections // AIAA Journal. – 1974. – V. 12. – №6. – P. 1122–1132.

DOI: 10.18454/IRJ.2016.47.116

Леонов Ю.В.

Частные исследования

Частное финансирование

СВЕРХМОЩНОЕ ПОЛУДИПОЛЬНОЕ СВЧ МАГНИТНОЕ ПОЛЕ КОМПАКТНОЙ ФОРМЫ В СВЕРХМАЛОМ ОБЪЁМЕ ПРОСТРАНСТВА

Аннотация

В статье описана физическая модель полу дипольного СВЧ магнитного поля, которое было получено при работе со сверх высокими частотами, и которое открывает перспективу использования высоко эффективных, сверх мощных и сверх компактных электротехнических компонентов-источников магнитного поля, при их весьма скромных габаритах, и при их малых индуктивных характеристиках, а так же позволяет использовать новые методы управления резонансными процессами в специальных колебательных контурах..

Ключевые слова: СВЧ (сверх высокая частота), магнитное поле, диполь, электромагнитная индукция, взаимоиנדукция, индуктивность, индуктивное сопротивление, самоиндукция, переменный ток, компактность, миниатюризация.

Leonov Y.V.

Private research

Private financing

COMPACT SUPER-POWERFUL AND SEMI-DIPOLE SHF MAGNETIC FIELD IN ULTRA-SMALL SPACE VOLUME

Abstract

The article describes the physical model of the semi-dipole SHF magnetic field that has been developed while working with super high frequencies. Such field will allow to use highly efficient, super-powerful and ultra-compact electrical components that are the sources of magnetic field. It should be noted, that these components are rather small in size and have low inductive properties. Also, the field makes it possible to apply new methods of controlling resonance processes within the specific oscillating circuit.

Keywords: SHF (super high frequency), magnetic field, dipole, electromagnetic induction, interinduction, inductance, inductive resistance, self-induction, alternate current, compactness, miniaturization.

В прошлой статье «ФИЗИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ИНДУКТИВНОСТИ» в «Международном научно-исследовательском журнале» [Выпуск №11(42) • 2015 • Часть 3 • Декабрь (стр. 18) – Электронный Архив номеров: 5015 Декабрь 11-3(42)], были рассмотрены основные свойства индуктивности и сформулирована её физическая модель. Безусловно, полученная физическая модель индуктивности, дала очень много для понимания других сопряжённых физических процессов, но так же, она ещё и позволила выйти, на новые технические решения использования магнитного поля. В этой статье, *соленоид*¹, на основе которого формулировалась физическая модель

¹Соленоидами могут быть различные электротехнические элементы, как, например, катушки, обмотки и другие, в основе работы которых, лежит магнитное поле, магнитная индукция и индуктивность.

индуктивности, будет рассмотрен, теперь уже, с точки зрения связи пространственной формы магнитного поля, которое он генерирует, с характеристиками переменного тока, проходящего через него...

Пространственная форма магнитного поля соленоида

В настоящее время, практически все соленоиды генерируют магнитное поле такой формы, какая показана на рис.1.

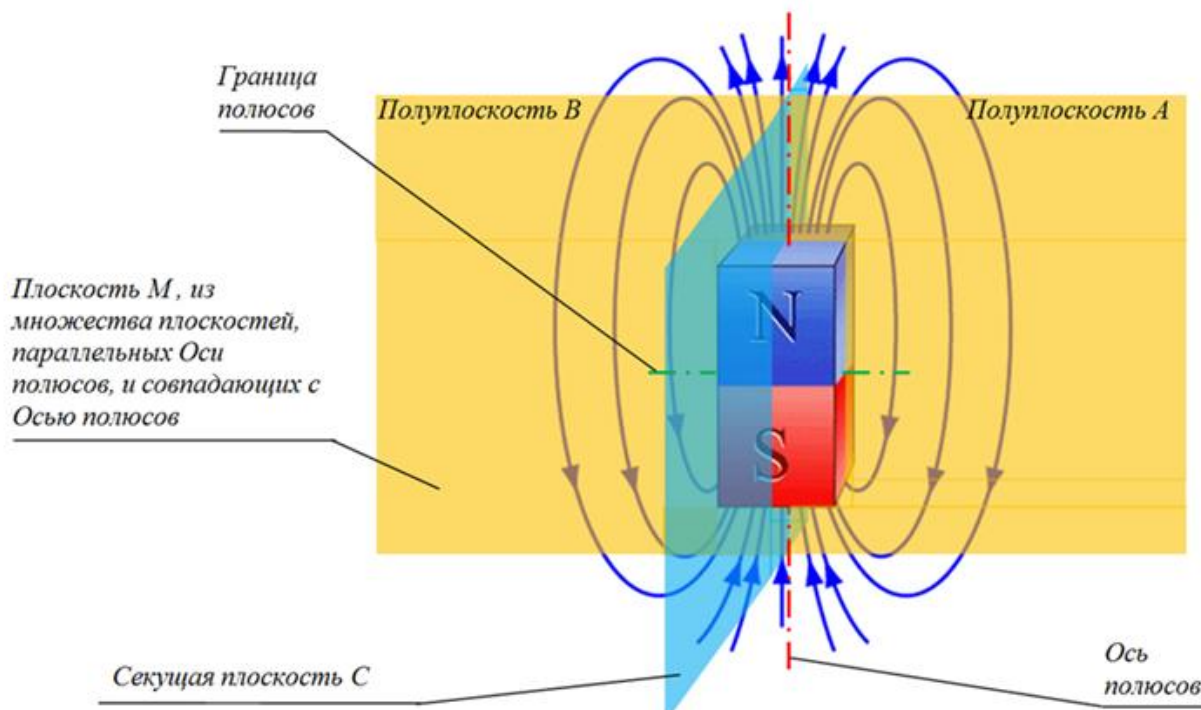


Рис.1 – Схема направлений магнитных силовых линий дипольного магнитного поля

Обозначим данную форму магнитного поля – *дипольной*. Рассмотрим поближе эту форму магнитного поля. Данное *дипольное* магнитное поле имеет характерную схему направлений магнитных силовых линий, при рассмотрении его во множестве плоскостей, параллельных *Оси полюсов*² магнитного поля, и совпадающих с *Осью полюсов* этого магнитного поля – обозначим эти плоскости, как *Осевые плоскости*³. Возьмём любую *Осевую плоскость* из множества *Осевых плоскостей*, и обозначим её – *Осевая плоскость М*. Разсечём эту *Осевую плоскость М*, любой ортогональной *Секущей плоскостью С*, строго по *Оси полюсов*. Результатом разделения *Осевой плоскости М*, станет получение двух *Полуплоскостей Осевой плоскости М*, которые, в свою очередь, обозначим, как *Полуплоскость А* и *Полуплоскость В*. Теперь можно убедиться, что силовые линии *дипольного* магнитного поля, в полученных *Полуплоскостях А* и *В*, имеют разное направление – то есть, магнитные силовые линии направлены по часовой стрелке в *Полуплоскости А* *дипольного* магнитного поля, и против часовой стрелки в *Полуплоскости В* *дипольного* магнитного поля. Именно данная структура *дипольного* магнитного поля обуславливает наличие, у *соленоида-источника* этого *дипольного* магнитного поля, характерного физического свойства «*индуктивность*», со всеми, присущими ей, признаками и свойствами, которые подробно, были описаны и рассмотрены в прошлой статье «*ФИЗИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ИНДУКТИВНОСТИ*».

² Под осью полюсов здесь подразумевается воображаемая линия, перпендикулярная границе между северным «N» и южным «S» полюсами магнитного поля, в точке пересечения границы между северным «N» и южным «S» полюсами магнитного поля, а так же соединяющая северный «N» и южный «S» полюса магнитного поля, или воображаемая линия, совпадающая с осью катушки соленоида.

³ Плоскости, параллельные Оси полюсов и совпадающие с Осью полюсов.

Пространственная форма магнитного поля прямого проводника с током

Теперь рассмотрим пространственную форму магнитного поля прямого проводника с током в рис.2.

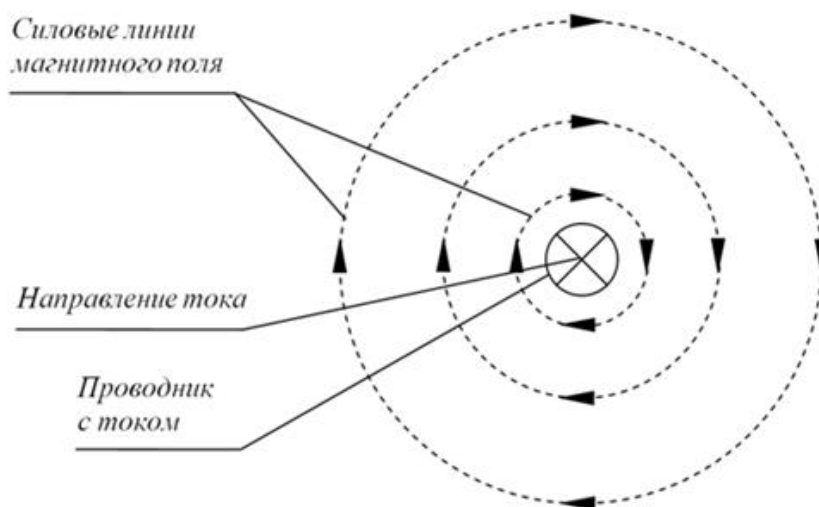


Рис.2 – Схема направления магнитных силовых линий магнитного поля прямого проводника с током

Если теперь сравнить структуру силовых линий *дипольного* магнитного поля *соленоида* в *Полуплоскости А* на рис. 1, и структуру силовых магнитных линий прямого проводника с током на рис.2, то станет вполне очевидным то, что они совершенно идентичны (см. рис.3).

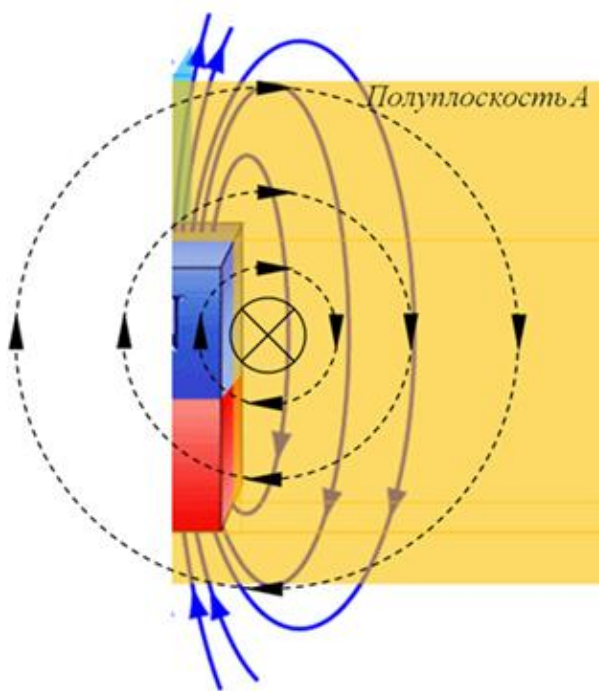


Рис.3 – Сравнение схемы направлений магнитных силовых линий дипольного магнитного поля и магнитного поля прямого проводника с током

Вследствие того, что магнитное поле прямого проводника с током, по сути, является ничем иным, как половиной *дипольного* магнитного поля *соленоида*, то обозначим магнитное поле прямого проводника с током, как *полудипольное*.

Взаимосвязь частоты переменного тока в соленоиде, с пространственной формой его магнитного поля

Итак, есть ли взаимосвязь пространственной формы магнитного поля *соленоида*, с частотой переменного тока, на котором он работает? Безусловно, есть. Для того, что бы убедиться в этом, необходимо вспомнить из прошлой статьи подробное описание процесса протекания переменного тока в *соленоиде* (см. статью «ФИЗИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ИНДУКТИВНОСТИ», в т.ч. рис. 2 и рис. 3). Далее, что бы понять, как *соленоид* генерирует *дипольную* форму магнитного поля, необходимо, с учётом материала прошлой статьи, обратить внимание на один, казалось бы, несколько неприметный фактор – если соотнести частоту, на которой обычно работают *соленоиды* (в готовых

электрических машинах, в виде, уже готовых, электротехнических компонентов), с эквивалентной⁴ электромагнитной волной (далее по тексту – ЭМВ), то совсем не трудно убедиться, что, как правило, длина, или всего проводника рассматриваемого многовиткового соленоида, или проводника одного полного витка⁵ одновиткового соленоида, в своём геометрическом выражении, не просто меньше длины полной (полного периода) λ эквивалентной ЭМВ, а даже на много меньше $\frac{1}{2}$ (одного полупериода) длины полной λ эквивалентной ЭМВ. Именно этот, вроде бы, несущественный фактор, и обуславливает формирование соленоидом магнитного поля, исключительно, дипольной формы, а значит, обуславливает и наличие в этом соленоиде, всех характерных свойств индуктивности. Теперь, сформулируем условие работы соленоида, когда он будет формировать дипольную форму магнитного поля (см. рис. 1), через геометрическую длину проводника соленоида (см. статью «ФИЗИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ИНДУКТИВНОСТИ», в т.ч. рис. 2 и рис. 3) и геометрическую длину λ эквивалентной ЭМВ, в двух выражениях, когда длина λ эквивалентной ЭМВ, будет **больше**, или длины l проводника одного полного витка одновиткового соленоида, или длины $l_{\text{полн}}$ всего проводника многовиткового соленоида, в **два раза и более**:

a – для случая с одновитковым соленоидом –

$$\lambda_{\text{ЭКВ}} = l * 2 * n \text{ (при } f_{\text{ЭКВ}} = f_{\text{АС}} \text{)} \quad (1.1)$$

b – для случая с многовитковым соленоидом, с учётом взаимной индукции между соседними витками –

$$\lambda_{\text{ЭКВ}} = l_{\text{полн}} * 2 * n \text{ (при } f_{\text{ЭКВ}} = f_{\text{АС}} \text{)} \quad (1.2)$$

где:

$f_{\text{АС}}$ – частота переменного тока, проходящего через соленоид;

$f_{\text{ЭКВ}}$ – частота эквивалентной ЭМВ;

$\lambda_{\text{ЭКВ}}$ – длина эквивалентной ЭМВ;

l – длина проводника одного полного витка одновиткового соленоида;

$l_{\text{полн}}$ – полная длина проводника, составляющего все витки многовиткового соленоида;

n – любое число, из множества натуральных чисел \mathbb{N} ;

2 – коэффициент полупериода – определяет условие, что полная длина проводника одного полного витка одновиткового соленоида или полная длина всего проводника многовиткового соленоида, обязательно будет меньше или равна $\frac{1}{2} \lambda$ – то есть, обязательно будет меньше или равна одному полупериоду эквивалентной ЭМВ;

Данное условие обеспечивает формирование магнитного поля дипольной формы соленоидом, и наличие у него всех признаков индуктивности.

Теперь, рассмотрим и сформулируем условие, когда длина λ эквивалентной ЭМВ, геометрически равна длине проводника одного полного витка B - I рассматриваемого соленоида (см. рис. 4, рис. 5, рис. 6 и рис. 7):

$$\lambda_{\text{ЭКВ}} = l \text{ (при } f_{\text{ЭКВ}} = f_{\text{АС}} \text{)} \quad (2)$$

где:

$f_{\text{АС}}$ – частота переменного тока, проходящего, через рассматриваемый соленоид;

$f_{\text{ЭКВ}}$ – частота эквивалентной ЭМВ;

$\lambda_{\text{ЭКВ}}$ – длина эквивалентной ЭМВ;

l – длина проводника одного полного витка B - I рассматриваемого соленоида;

При соблюдении условия Формулы 2, а так же, согласно правилам и принципам взаимной индукции и магнитной индукции (которые здесь работают, уже внутри самого рассматриваемого соленоида), картина формирования магнитного поля, в рассматриваемом соленоиде, теперь уже будет такая, как показано на рис. 4 и рис. 5.

⁴ То есть, такой электромагнитной волны, частота которой полностью совпадает с частотой переменного тока, на котором работает рассматриваемый соленоид;

⁵ То есть, когда, глядя на этот виток вдоль оси намотки, мы видим, что точка начала этого витка совпадает с точкой конца этого витка.

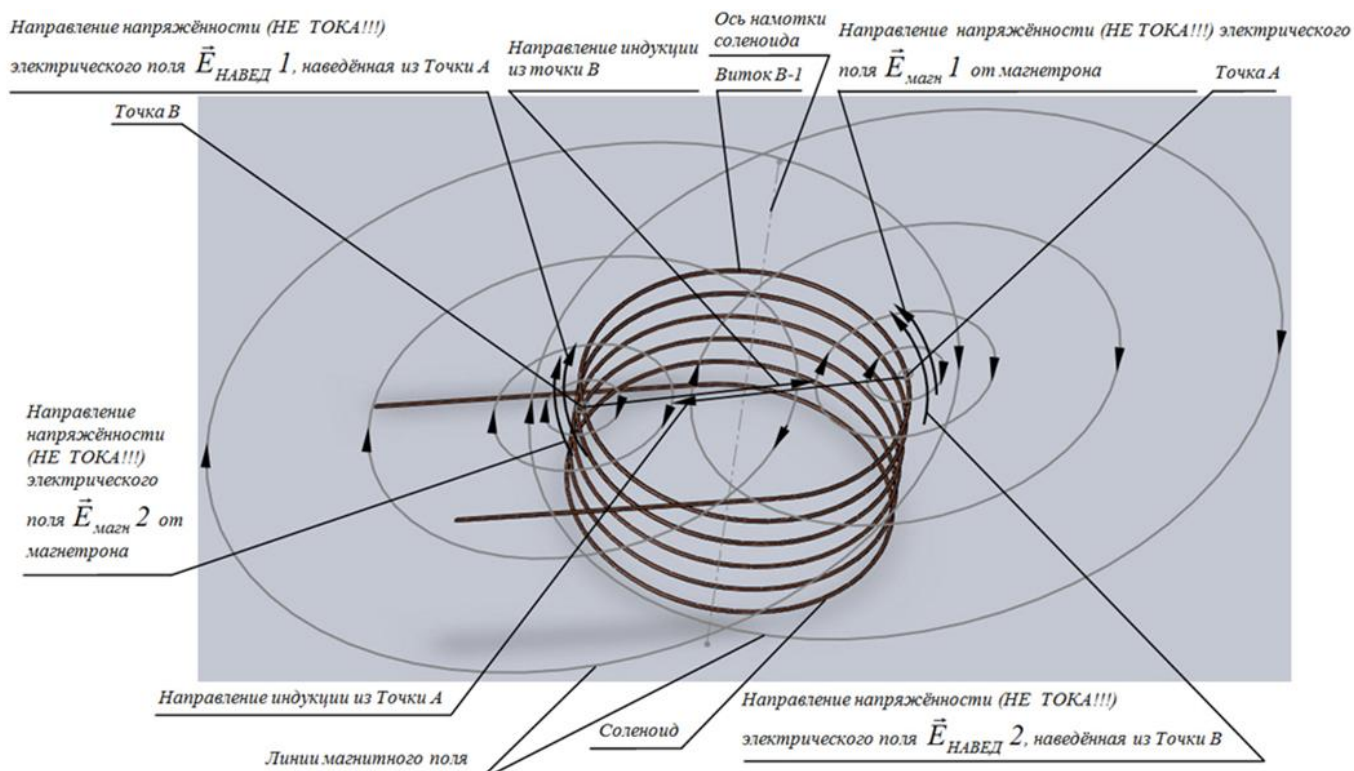


Рис. 4 – Напряженности электрического поля \vec{E} , и начало перестроения магнитного поля, в одном полном витке В-1 рассматриваемого соленоида, при частоте переменного сигнала, проходящего через этот соленоид, удовлетворяющей Формуле 2 (3D)

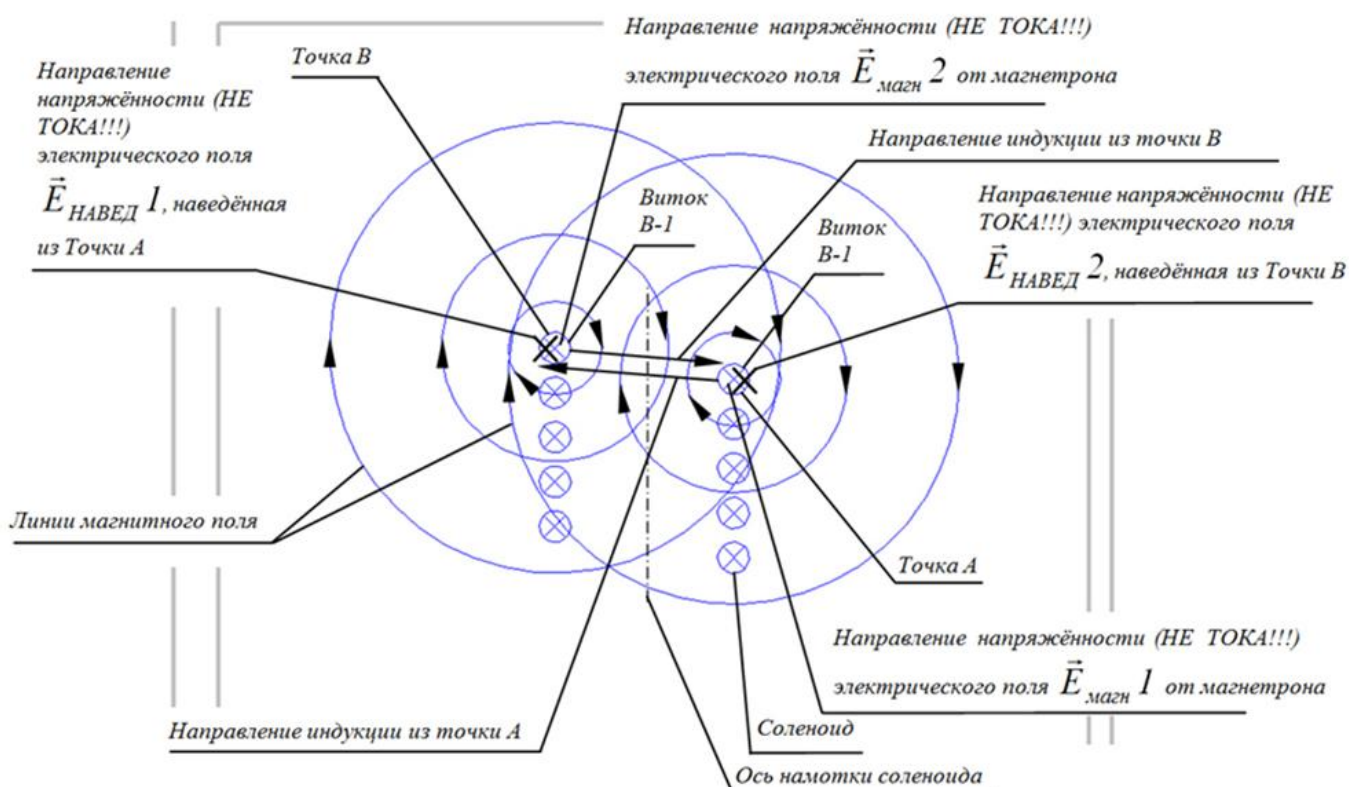


Рис. 5 – Напряженности электрического поля \vec{E} , и начало перестроения магнитного поля, в одном полном витке В-1 рассматриваемого соленоида, при частоте переменного сигнала, проходящего через этот соленоид, удовлетворяющей Формуле 2 (сечение)

Окончательный же вид, сформированного магнитного поля в рассматриваемом соленоиде, при соблюдении условия Формулы 2, будет таким, как показано на рис. 6 и рис. 7.

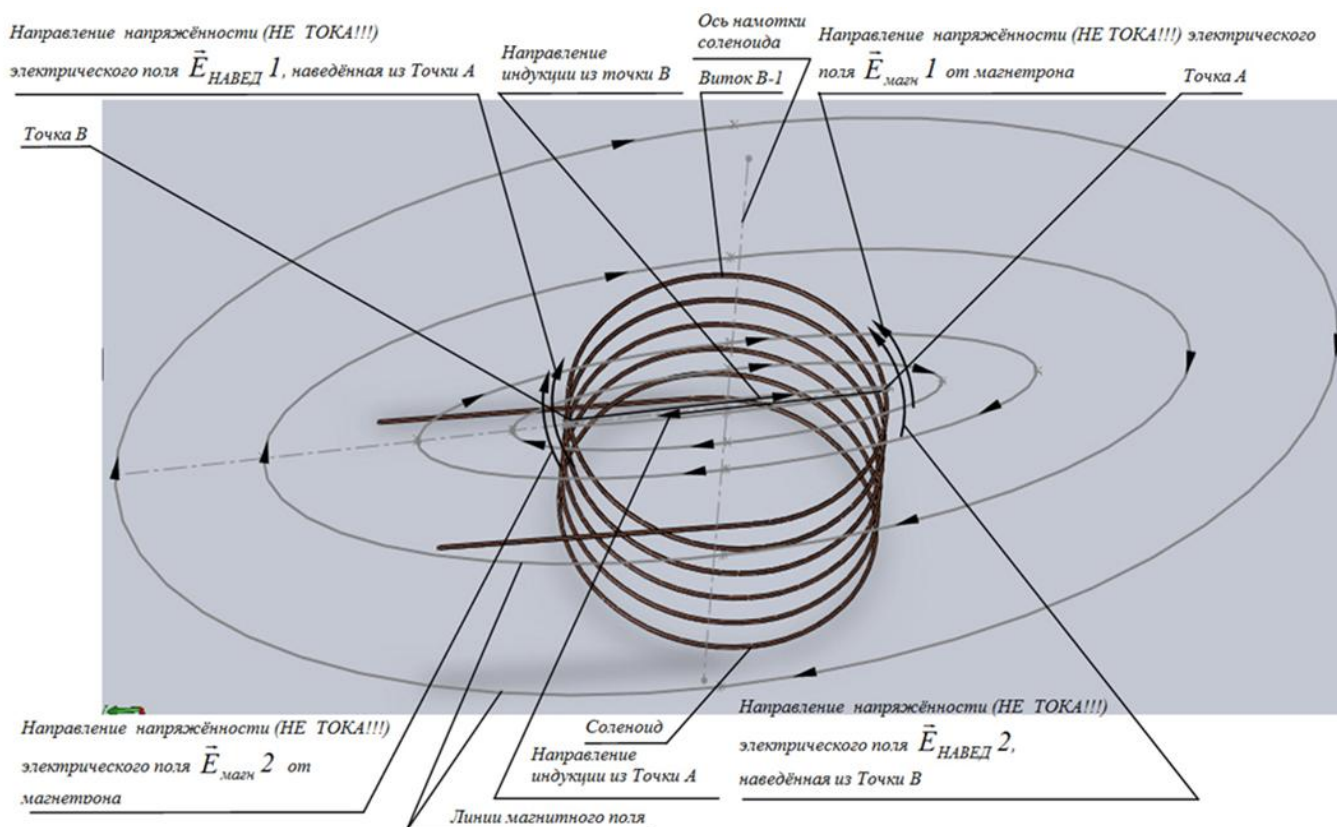


Рис. 6 – Формула сформировавшегося магнитного поля и напряженности электрического поля \vec{E} , в одном полном витке В-1 рассматриваемого соленоида, при частоте переменного сигнала, проходящего через этот соленоид, удовлетворяющей Формуле 2 (3D)

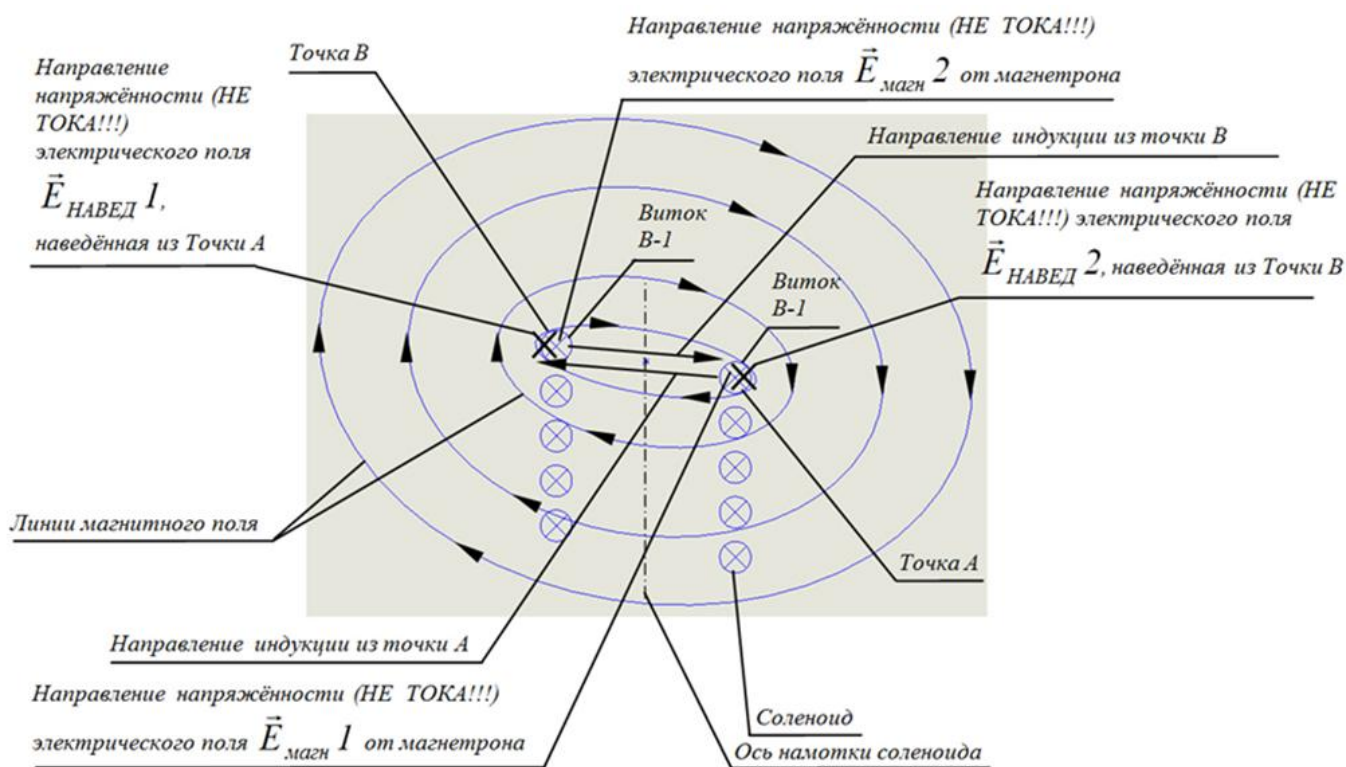


Рис. 7 – Форма сформировавшегося магнитного поля и напряженности электрического поля \vec{E} , в одном полном витке В-1 рассматриваемого соленоида, при частоте переменного сигнала, проходящего через этот соленоид, удовлетворяющей Формуле 2 (сечение)

Подобное физическое решение было получено в системе «СВЧ передатчик-приёмник», где передатчиком был магнетрон, а приёмником был маловитковой соленоид с активной нагрузкой (см. рис. 8).

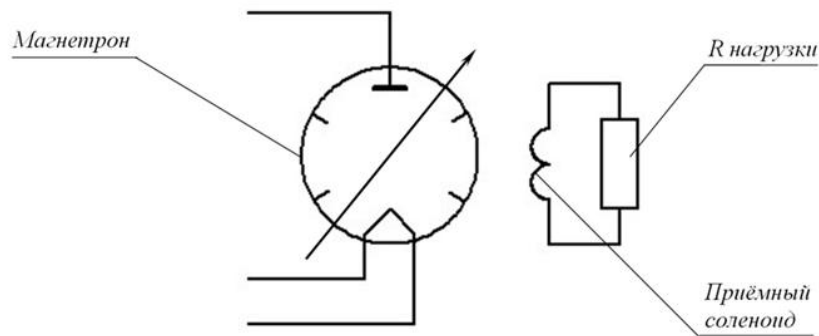


Рис. 8 – Генерация магнетроном СВЧ магнитного поля в испытываемом соленоиде, принимающем СВЧ электромагнитное излучение

Физический механизм данного технического решения объясняется элементарно (см. рис. 4 и рис. 5). Обозначим один *полный виток* приёмного соленоида, как *В-1*. Когда *магнетрон*, в приёмном соленоиде, наводит основную напряжённость электрического поля $\vec{E}_{\text{магн}}$, частота которой связана с длиной l проводника *полного витка В-1* приёмного соленоида, удовлетворяя условию *Формулы 2*, то в точках *А* и *В*⁶ (см. рис. 4 и рис. 5), взятых в любом месте *полного витка В-1* приёмного соленоида генерируются напряжённости электрического поля $\vec{E}_{\text{магн}} 1$ и $\vec{E}_{\text{магн}} 2$, двух разных полупериодов одного полного периода фазы основного переменного сигнала от *магнетрона* – положительного и отрицательного. То есть, если в точке *А*, генерируется составляющая основной напряжённости электрического поля $\vec{E}_{\text{магн}} 1$, положительного полупериода фазы основного переменного сигнала от *магнетрона*, то в точке *В*, обязательно генерируется составляющая основной напряжённости электрического поля $\vec{E}_{\text{магн}} 2$, отрицательного полупериода фазы основного переменного сигнала от *магнетрона*, и наоборот... При этом, если *магнетрон*, в приёмном соленоиде, генерирует основной переменный сигнал с частотой, удовлетворяющей *Формуле 2*, то, согласно принципам *магнитной индукции* и *взаимоиндукции*, но уже внутри самого соленоида, основная напряжённость электрического поля $\vec{E}_{\text{магн}} 1$ первого полупериода фазы основного переменного сигнала от *магнетрона*, из точки *А*, витка *В-1*, индуцирует в точке *В*, того же витка *В-1*, наведённую переменную напряжённость электрического поля $\vec{E}_{\text{НАВЕД}} 1$, касательный вектор которой, всегда направлен касательно к кривой, образованной проводником витка *В-1*, в ту же сторону, в которую направлен касательно к кривой, образованной проводником витка *В-1*, касательный вектор основной напряжённости электрического поля $\vec{E}_{\text{магн}} 2$ второго полупериода фазы, того же основного переменного сигнала от *магнетрона*. Вдоль проводника, в этой же точке *В*, направления тех же $\vec{E}_{\text{НАВЕД}} 1$ и $\vec{E}_{\text{магн}} 2$, теперь тоже совпадают. Аналогичная ситуация происходит и в точке *А*, но уже с $\vec{E}_{\text{НАВЕД}} 2$ и $\vec{E}_{\text{магн}} 1$. Соответственно, $\vec{E}_{\text{НАВЕД}} 1$ и $\vec{E}_{\text{НАВЕД}} 2$, уже не компенсируют $\vec{E}_{\text{магн}} 2$ и $\vec{E}_{\text{магн}} 1$, а раскомпенсируют и усиливают $\vec{E}_{\text{магн}} 2$ и $\vec{E}_{\text{магн}} 1$, в виду того, что при соблюдении условий *Формулы 2*, в одном витке *В-1* приёмного соленоида, основная напряжённость электрического поля $\vec{E}_{\text{магн}}$ имеет, два разных полупериода фазы переменного сигнала от *магнетрона*, с двумя разными направлениями векторов своей напряжённости (см. рис. 6 и рис. 7). Данная форма магнитного поля, как видно из рис. 6 и рис. 7, очевидно, имеет такую же пространственную форму и структуру, как и *полудипольная* форма магнитного поля прямого проводника с током на рис. 2 – это по праву позволяет утверждать, что магнитное поле соленоида, работающего на частоте, согласно *Формуле 2*, и *полудипольное* магнитное поле прямого проводника с током, безусловно, идентичны, что на полном основании, позволяет называть форму магнитного поля соленоида работающего на частоте, согласно *Формуле 2*, так же – *полудипольной*.

Отмечено, что напряжённость магнитного поля соленоида, работающего на частоте, согласно *Формуле 2*, заметно превосходит расчётные показатели, вследствие чего, расчётная нагрузка «*R нагрузки*» (см. рис. 8), которая бралась с запасом по мощности, была полностью выведена из строя и разрушена. Само магнитное поле соленоида, работающего на частоте, согласно *Формуле 2*, имеет очень компактную и сконцентрированную пространственную форму. Так же замечено, что с ростом частоты, напряжённость магнитного поля, генерируемого приёмным испытываемым соленоидом, стремилась, то к своему максимуму, то к своему минимуму. Внимательно проанализировав следствия рассмотренных физических моделей на рис. 4, рис. 5, рис. 6 и рис. 7, можно с уверенностью утверждать, что условием **максимума** напряжённости магнитного поля, при увеличении частоты переменного тока, в рассматриваемом соленоиде, является наличие *полудипольного* магнитного поля и наличие **нечётного** количества полных длин λ

⁶ Пара точек *А* и *В*, расположены на полном витке *В-1* приёмного соленоида, диаметрально противоположно относительно Оси намотки витка *В-1* приёмного соленоида и относительно друг друга таким образом, что бы через ось намотки витка *В-1* приёмного соленоида и эти две воображаемые точки можно было провести воображаемую прямую.

эквивалентной ЭМВ, ровно и целиком, укладываемых в проводнике *полного витка В-1* рассматриваемого приёмного соленоида, а наличие **дипольного** магнитного поля и наличие **чётного** количества полных длин λ эквивалентной ЭМВ, ровно и целиком, укладываемых в проводнике *полного витка В-1* рассматриваемого приёмного соленоида, является условием **минимума** напряжённости магнитного поля. Отсюда, дополним условие Формулы 2, что бы оно описывало **максимум** напряжённости электрического поля \vec{E} , для случая увеличения частоты переменного тока в соленоиде, когда длина λ эквивалентной ЭМВ, **меньше** длины l проводника *полного витка* соленоида, в **нечётное** количество раз:

$$\lambda_{ЭКВ} = \frac{l}{2n+1} \quad (\text{при } f_{ЭКВ} = f_{АС}) \quad (3)$$

где:

$f_{АС}$ – частота переменного тока проходящего, через соленоид;

$f_{ЭКВ}$ – частота эквивалентной ЭМВ;

$\lambda_{ЭКВ}$ – длина эквивалентной ЭМВ;

l – длина проводника одного полного витка соленоида;

n – любое число, из множества натуральных чисел \mathbb{N} ;

Далее, дополним условие Формулы 2, что бы оно описывало **минимум** напряжённости электрического поля \vec{E} , для случая увеличения частоты переменного тока в соленоиде, когда длина λ эквивалентной ЭМВ, **меньше** длины l проводника *полного витка* соленоида, в **чётное** количество раз:

$$\lambda_{ЭКВ} = \frac{l}{2n} \quad (\text{при } f_{ЭКВ} = f_{АС}) \quad (4)$$

где:

$f_{АС}$ – частота переменного тока проходящего, через соленоид;

$f_{ЭКВ}$ – частота эквивалентной ЭМВ;

$\lambda_{ЭКВ}$ – длина эквивалентной ЭМВ;

l – длина проводника одного полного витка соленоида;

n – любое число, из множества натуральных чисел \mathbb{N} ;

Теперь, построим условную схему напряжённости электрического поля \vec{E} , в проводнике одного *полного витка В-1* рассматриваемого соленоида, для случая, когда длина λ эквивалентной ЭМВ, в 5 раз меньше длины l проводника *полного витка В-1* рассматриваемого соленоида (см. рис. 9).

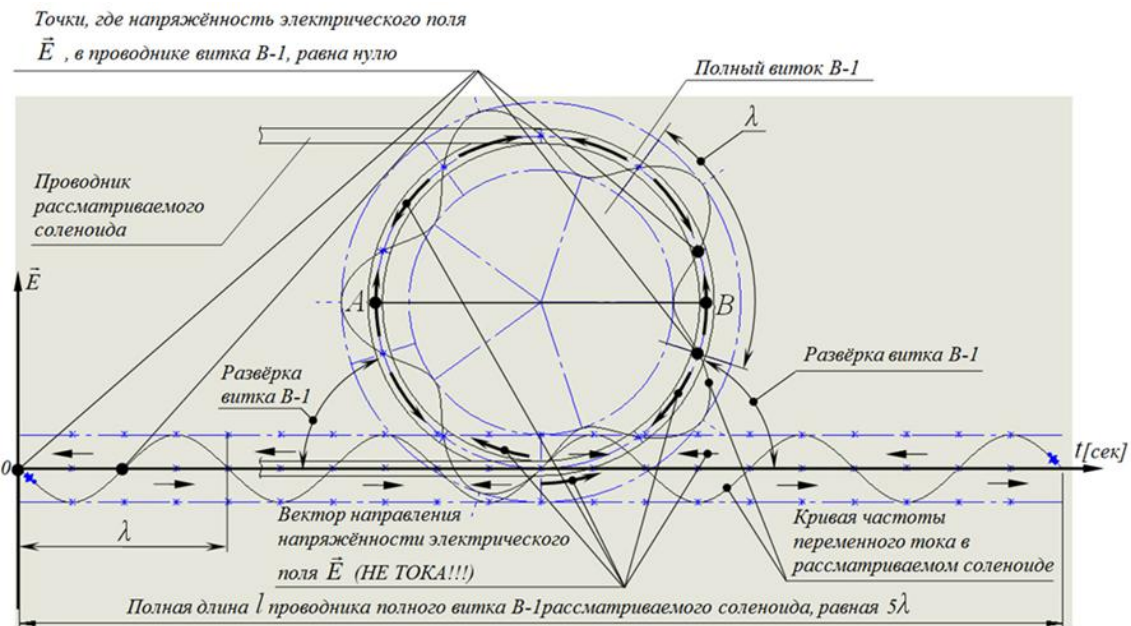


Рис. 9 – Схема напряжённости электрического поля \vec{E} в проводнике одного полного витка В-1 рассматриваемого соленоида, для случая, когда длина λ эквивалентной ЭМВ, меньше в 5 раз длины l проводника полного витка В-1 рассматриваемого соленоида (с развёрткой и наложением графика) – Вид вдоль оси намотки соленоида

На этой схеме, путём осуществления развёртки *полного витка В-1*, покажем прямой участок l проводника, который, естественно, имеет ту же длину, что и проводник, составляющий *полный виток В-1* рассматриваемого соленоида, и в который укладывается ровно 5λ эквивалентной ЭМВ. Наложим, на развёрнутый проводник, график

частоты изменения напряжённости электрического поля \vec{E} в нём. На этом графике, так же, будет видно ровно пять периодов эквивалентной ЭМВ – то есть, 5λ эквивалентной ЭМВ. Далее, свернём этот график, с 5λ эквивалентной ЭМВ, в кольцо и наложим его на *полный виток B-I* рассматриваемого *соленоида*. Теперь посмотрим, какие направления имеют вектора основной напряжённости электрического поля \vec{E} , в ранее рассмотренных любых двух, диаметрально противоположных, точках *A* и *B*. Как видно на *рис. 9*, вектора основной напряжённости электрического поля \vec{E} , в точках *A* и *B*, имеют сонаправленное направление – то есть, направленное в одну сторону, и по касательной относительно кривой образованной витком *B-I*, и вдоль самого проводника витка *B-I*, в точности, как на *рис. 4*, *рис. 5*, *рис. 6* и *рис. 7*, а это значит, что и вектора наведённой напряжённости электрического поля $\vec{E}_{\text{НАВЕД}}$, так же, имеют сонаправленное направление, в том числе, и относительно векторов основной напряжённости электрического поля \vec{E} . Отсюда, очевидно, что условие содействия основной $\vec{E}_{\text{магн}}$ и наведённой $\vec{E}_{\text{НАВЕД}}$ напряжённостей электрического поля, описанное *Формулой 2*, так же соблюдено и в *Формуле 3*, что наглядно видно на *рис. 9*, в рассмотренном выше примере-случае, когда длина λ эквивалентной ЭМВ, была в 5 раз меньше длины l проводника *полного витка B-I* рассматриваемого *соленоида*, а равно, и для всех случаев вообще, когда длина λ эквивалентной ЭМВ, в *нечётное* число раз, *меньше* длины l проводника *полного витка B-I* рассматриваемого *соленоида*, так же очевидно, что *Формула 3 справедлива*.

Следовательно, условием абсолютного *максимума* напряжённости СВЧ магнитного поля *соленоида*, можно назвать такой случай, когда, не нарушая условия *Формулы 3*, длина l , проводника *полного витка B-I* рассматриваемого *соленоида*, *минимальна*, а число n *максимально*, что соответствует невероятно высоким частотам, при сверх малых габаритах *соленоида*, и что, в свою очередь, как уже отмечалось выше, открывает перспективу использования высоко эффективных, сверх мощных и сверх компактных электротехнических компонентов-источников магнитного поля при их весьма скромных габаритах и при их очень малых *индуктивных* характеристиках.

Любопытным, так же, является то, что у данного магнитного поля, в центре нет участков скомпенсированного (*то есть, не подлежащего для прямого обнаружения, наблюдения и измерения*) магнитного поля, какие наблюдаются у любого *дипольного* магнитного поля в районе полюсов.

Падение *индуктивности* в *соленоиде*, при переводе его в режим работы, согласно *Формуле 3*, когда он перестаёт быть *индуктивной* нагрузкой, переходя в состояние *ёмкостной* нагрузки, может обеспечить возможность специальной регулировки характеристик резонанса, в специальных колебательных контурах, когда необходимо повышение или понижение, *индуктивных* или *ёмкостных* характеристик *соленоида*.

Нужна помощь в продолжении исследований: email leonovmgn74@gmail.com; **Skype** mgn74 74mgn

Литература

1. Ландау Л.Д., Лифшиц М.Е. Электродинамика сплошных сред (Серия: «Теоретическая физика», том VIII). М., 1982.
2. Трофимова Т.И. Курс физики: учеб. пособие для вузов. – М., 2006. – 560 с.

References

1. Landau L.D., Lifshits M.E. Electrodinamica sploshnih sred (Seriya: "Teoreticheskaya fizika", tom VIII). M., 1982.
2. Trofimova T. I. Kurs fiziki: ucheb. posobie – M., 2006. – 560 S.

DOAJ

Все материалы, опубликованные в Международном научно-исследовательском журнале, размещаются в депозитарии научных изданий Университета Лунда.

DOAJ (Лунд, Швеция) [<http://www.doaj.org/>].

Таким образом, публикации наших авторов доступны еще большему кругу исследователей, что повышает их статус и увеличивает возможность цитирования.

DOI: 10.18454/IRJ.2016.47.050

Молдованова Е.А., Сарсикеев Е.Ж.¹, Шолохова И.И., Мамашаев Б.К.¹Кандидат технических наук

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

ОТОБРАЖЕНИЕ ЕВКЛИДОВЫХ ПРОСТРАНСТВ

Аннотация

Данная статья посвящена изучению полей двумерных площадок, инвариантно связанных с отображением двух евклидовых пространств одинаковой размерности. Приводится доказательство расщепления пространств на попарно ортогональные двумерные площадки. Полученные результаты могут быть использованы для изучения геометрических образов, связанных с отображением евклидовых пространств различных размерностей, а так же для выявления частных классов отображений и построений классификаций отображений евклидовых пространств.

Ключевые слова: отображение, евклидово пространство, поле двумерных площадок.

Moldovanova E.A., Sarsikeev E.Zh.¹, Sholokhova I.I., Mamashaev B.K.¹PhD in Engineering, National Research Tomsk Polytechnic University

MAPPING OF EUCLIDEAN SPACES

Abstract

In the paper a field of two-dimensional planes is examined. This field is invariant associated with a mapping of two-dimensional Euclidean spaces of the same dimensions. A splitting of the spaces on mutually orthogonal two-dimensional planes is proved. The results are applicable with study of geometrical images associated with the mapping of Euclidean spaces of different dimensions as well as with identification of particular classes of mappings of Euclidean spaces and with mapping classification.

Keywords: mapping, Euclidean space, two-dimensional planes field.

Дифференциально-геометрические структуры на погруженных многообразиях играют существенную роль при исследовании внутренней геометрии этих многообразий. Метод Г.Ф. Лаптева позволил расширить набор объектов исследований по указанным структурам [1, 2]. В соответствии с этим методом к внутренней геометрии погруженного многообразия относятся все геометрические и аналитические конструкции, которые формулируются в терминах геометрических объектов, охваченных компонентами внутреннего фундаментального геометрического погруженного многообразия.

Не менее важной проблемой в теории дифференциально-геометрических структур является проблема изучения этих структур для дифференцируемых отображений. Достаточно полный обзор работ по теории дифференцируемых отображений пространств (проективных, аффинных, евклидовых) приведен в [3]. Публикации [4-6] посвящены отображениям двумерных площадок в евклидовом пространстве.

Данная статья посвящена изучению полей двумерных площадок, инвариантно связанных с отображением $V_{m,n} : \tilde{E}_m \rightarrow E_n$ евклидовых пространств \tilde{E}_m и E_n .

В первом разделе приводится аналитический аппарат, связанный с отображением $V_{m,n}$. Пусть B – текущая точка m -мерного евклидова пространства \tilde{E}_m , а точка A – текущая точка пространства E_n , являющаяся образом точки B при отображении $V_{m,n}$. В зависимости от соотношений между числами m и n возможны случаи:

- 1) $m = n$; В этом случае отображение $V_n : \tilde{E}_n \rightarrow E_n$ является биективным;
- 2) $m < n$; В этом случае отображение $V_{m,n} : \tilde{E}_m \rightarrow E_n$ является инъективным;
- 3) $m > n$; отображение $V_{m,n} : \tilde{E}_m \rightarrow E_n$ является сюръективным.

Второй раздел посвящен изучению инвариантных двумерных площадок в соответствующих евклидовых пространствах \tilde{E}_m и E_n . При этом случай $m = n$ подвергается подробному анализу. В этом случае доказывается расщепление пространств \tilde{E}_m и E_n на попарно ортогональные двумерные площадки $\Gamma_2^p \subset \tilde{E}_n$, $L_2^p \subset E_n$, причем

$$L_2^p = V_n^n \Gamma_2^p \quad (p = \overline{1, r}; \quad r = \frac{n}{2}, \text{ если } n - \text{четное и } r = \frac{n-1}{2}, \text{ если } n - \text{нечетное}).$$

Отображение $V_{m,n} : \tilde{E}_m \rightarrow E_n$

Рассматриваются евклидовы пространства \tilde{E}_m и E_n , отнесённые к соответствующим ортонормальным реперам \tilde{R} и R с деривационными формулами и структурными уравнениями

$$\begin{aligned}\tilde{E}_m : \tilde{R} = \{B, \bar{\varepsilon}_a\}, dB = \theta^a \bar{\varepsilon}_a, d\bar{\varepsilon}_a = \theta_a^b \bar{\varepsilon}_b, \\ D\theta^a = \theta^b \wedge \theta_b^a, D\theta_a^b = \theta_a^c \wedge \theta_c^b, \theta_a^a = -\theta_b^b, \\ (a, b, c = \overline{1, m}).\end{aligned}\quad (1)$$

$$\begin{aligned}E_n : R = \{\bar{A}, \bar{e}_i\}, d\bar{A} = \omega^i \bar{e}_i, d\bar{e}_i = \omega_i^j \bar{e}_j, \\ D\omega^i = \omega^k \wedge \omega_k^i, D\omega_i^k = \omega_i^j \wedge \omega_j^k, \\ \omega_i^k = -\omega_k^i, (i, j, k = \overline{1, n}).\end{aligned}\quad (2)$$

Предполагается, что существует дифференцируемое отображение

$$V_{m,n} : \tilde{E}_m \rightarrow E_n \quad (3)$$

в смысле Г.Ф. Лаптева [1], определяемое дифференциальными уравнениями

$$\omega^i = A_a^i \theta^a, \quad (4)$$

где в силу (1) и (2) величины A_a^i удовлетворяют дифференциальным уравнениям

$$\begin{aligned}dA_a^i - A_b^i \theta_a^b + A_a^j \omega_j^i = A_{ab}^i \theta^b, \quad dA_{ab}^i - A_{cb}^i \theta_a^c - A_{ac}^i \theta_b^c + A_{ab}^k \omega_k^i = A_{abc}^i \theta^c, \\ A_{[ab]}^i = 0, A_{[ab]c}^i = 0, \quad (a, b, c = \overline{1, m}; i, j, k = \overline{1, n}).\end{aligned}\quad (5)$$

Заметим с учетом (4) и (5), что величины A_a^i и A_{ab}^i образуют внутренний фундаментальный геометрический объект $\Gamma = \{A_a^i\}$ и $\Gamma = \{A_a^i; A_{ab}^i\}$ первого и второго порядков отображения (3) в смысле Г.Ф. Лаптева [1, 2].

Рассмотрим случай $m = n$. Тогда дифференцируемое отображение (3) является биективным отображением $V_{n,n} : \tilde{E}_n \rightarrow E_n$, причём предполагается, что

$$\det[A_a^i] \neq 0, \quad (6)$$

т.е. отображение (3) является невырожденным.

Расщепление евклидовых пространств \tilde{E}_n и E_n на двумерные площадки

$$\begin{aligned}\text{С учётом (6) в точке } B \in E_n \text{ введём в рассмотрение величины } B_i^a \text{ по формулам} \\ B_k^a A_b^k = \delta_b^a, \quad B_j^a A_a^k = \delta_j^k.\end{aligned}\quad (7)$$

Из (5) с учётом (1) следует, что величины B_i^a удовлетворяют дифференциальным уравнениям

$$dB_k^a + B_k^b \theta_b^a - B_j^a \omega_k^j = B_{kb}^a \theta^b, \quad B_{kb}^a = -A_{cb}^j B_k^a B_j^c. \quad (8)$$

Точке $B \in \tilde{E}_n$ в евклидовом пространстве \tilde{E}_n и в соответствующем ему пространстве E_n зададим двумерные площадки Γ_2^1 и L_2^1 , определяемые уравнениями:

$$\begin{aligned}\Gamma_2^1 \Leftrightarrow t^{\hat{a}_1} = g_{a_1}^{\hat{a}_1} t^{a_1}, \quad L_2^1 \Leftrightarrow x^{\hat{i}_1} = h_{i_1}^{\hat{i}_1} x^{i_1}, \\ (a_1 = 1, 2; \hat{a}_1 = 3, n; i_1 = 1, 2; \hat{i}_1 = 3, n).\end{aligned}\quad (9)$$

Величины $g_{a_1}^{\hat{a}_1}$ и $h_{i_1}^{\hat{i}_1}$ удовлетворяют дифференциальным уравнениям:

$$\begin{aligned}dg_{a_1}^{\hat{a}_1} + g_{a_1}^{\hat{b}_1} \theta_{\hat{b}_1}^{\hat{a}_1} - g_{b_1}^{\hat{a}_1} \theta_{a_1}^{b_1} + \theta_{a_1}^{b_1} = g_{a_1 b}^{\hat{a}_1} \theta^b, \\ dh_{i_1}^{\hat{i}_1} + h_{i_1}^{\hat{j}_1} \omega_{\hat{j}_1}^{\hat{i}_1} - h_{j_1}^{\hat{i}_1} \omega_{i_1}^{j_1} + \omega_{i_1}^{j_1} = h_{i_1 j}^{\hat{i}_1} \theta^j.\end{aligned}\quad (10)$$

Из (1) и (2) следует, что двумерным площадкам (9) соответствуют следующие линейные подпространства:

$$\begin{aligned}
\Gamma_{n-2}^1 &\Leftrightarrow t^{a_1} = g_{\hat{a}_1}^{a_1} t^{\hat{a}_1}, \quad \Gamma_{n-2}^1 \perp \Gamma_2^1, \quad \Gamma_{n-2}^1 \cup \Gamma_2^1 = \tilde{E}_n, \\
L_{n-2}^1 &\Leftrightarrow x^{i_1} = h_{\hat{i}_1}^{i_1} x^{\hat{i}_1}, \quad L_{n-2}^1 \perp L_2^1, \quad L_{n-2}^1 \cup L_2^1 = E_n, \\
g_{\hat{a}_1}^{a_1} &= -g_{a_1}^{\hat{a}_1}, \quad h_{\hat{i}_1}^{i_1} = -h_{i_1}^{\hat{i}_1}.
\end{aligned} \tag{11}$$

Теорема. Каждой точке $B \in \tilde{E}_n$ в евклидовых пространствах \tilde{E}_n и E_n в общем случае отвечает конечное число двумерных площадок $\Gamma_2^1 \subset \tilde{E}_n$ и $L_2^1 \subset E_n$, удовлетворяющих условиям:

Площадка L_2^1 является образом площадки Γ_2^1 при отображении $V_{n,n} : \tilde{E}_n \rightarrow E_n$;

Линейные подпространства $\Gamma_{n-2}^1 \subset \tilde{E}_n$ и $L_{n-2}^1 \subset E_n$ переходят друг в друга при отображении $V_{n,n} : \tilde{E}_n \rightarrow E_n$.

Доказательство. Из (3) и (4) с учётом (9) – (11) при $m = n$ следует, что условия 1 и 2 имеют место тогда и только тогда, когда величины $h_{\hat{i}_1}^{i_1}$ и $g_{\hat{a}_1}^{a_1}$ удовлетворяют алгебраическим уравнениям:

$$\begin{cases}
\phi_{a_1}^{\hat{i}_1} \equiv h_{i_1}^{\hat{i}_1} (A_{a_1}^{i_1} + g_{a_1}^{\hat{a}_1} A_{\hat{a}_1}^{i_1}) - (A_{a_1}^{\hat{i}_1} + g_{a_1}^{\hat{a}_1} A_{\hat{a}_1}^{\hat{i}_1}) = 0, \\
\psi_{\hat{a}_1}^{i_1} \equiv h_{i_1}^{\hat{i}_1} (A_{\hat{a}_1}^{i_1} + g_{\hat{a}_1}^{a_1} A_{a_1}^{i_1}) - (A_{\hat{a}_1}^{\hat{i}_1} + g_{\hat{a}_1}^{a_1} A_{a_1}^{\hat{i}_1}) = 0, \\
h_{\hat{i}_1}^{i_1} = -h_{i_1}^{\hat{i}_1}, \quad g_{\hat{a}_1}^{a_1} = -g_{a_1}^{\hat{a}_1}.
\end{cases} \tag{12}$$

Система алгебраических уравнений (12) состоит из $n_1 = 4(n-2)$ неоднородных уравнений и содержит n_1 неизвестных $h_{\hat{i}_1}^{i_1} = -h_{i_1}^{\hat{i}_1}$, $g_{\hat{a}_1}^{a_1} = -g_{a_1}^{\hat{a}_1}$.

Подсчитаем ранг якобиевой матрицы системы

$$J = \begin{bmatrix} \frac{\partial \phi_{a_1}^{\hat{i}_1}}{\partial h_{j_1}^{\hat{j}_1}} & \frac{\partial \phi_{a_1}^{\hat{i}_1}}{\partial g_{b_1}^{\hat{b}_1}} \\ \frac{\partial \psi_{\hat{a}_1}^{i_1}}{\partial h_{j_1}^{\hat{j}_1}} & \frac{\partial \psi_{\hat{a}_1}^{i_1}}{\partial g_{b_1}^{\hat{b}_1}} \end{bmatrix}$$

при следующих числовых значениях неизвестных системы

$$h_{\hat{i}_1}^{i_1} = -h_{i_1}^{\hat{i}_1} = 0, \quad g_{\hat{a}_1}^{a_1} = -g_{a_1}^{\hat{a}_1} = 0. \tag{13}$$

Из (12) с учётом (13) получаем

$$A_{a_1}^{\hat{i}_1} = 0, \quad A_{\hat{a}_1}^{i_1} = 0. \tag{14}$$

Заметим, что матрица J содержит следующий минор порядка n^2

$$G_1 = \det \begin{bmatrix} G_{a_1 \hat{j}_1}^{(1) \hat{i}_1 j_1} & G_{a_1 \hat{b}_1}^{(2) \hat{i}_1 b_1} \\ G_{\hat{a}_1 j_1}^{(3) i_1 \hat{j}_1} & G_{\hat{a}_1 \hat{b}_1}^{(4) i_1 b_1} \end{bmatrix}, \tag{15}$$

$$G_{a_1 \hat{j}_1}^{(1) \hat{i}_1 j_1} = A_{a_1}^{j_1} \delta_{\hat{j}_1}^{\hat{i}_1}, \quad G_{a_1 \hat{b}_1}^{(2) \hat{i}_1 b_1} = -A_{\hat{b}_1}^{\hat{i}_1} \delta_{a_1}^{b_1}, \quad G_{\hat{a}_1 j_1}^{(3) i_1 \hat{j}_1} = -A_{\hat{a}_1}^{i_1} \delta_{j_1}^{\hat{j}_1}, \quad G_{\hat{a}_1 \hat{b}_1}^{(4) i_1 b_1} = A_{a_1}^{i_1} \delta_{\hat{b}_1}^{b_1},$$

причём значения пар индексов

$\begin{pmatrix} \hat{i}_1 \\ a_1 \end{pmatrix}$ указывают на первые $2(n-2)$ столбцов,

$\begin{pmatrix} i_1 \\ \hat{a}_1 \end{pmatrix}$ указывают на следующие $2(n-2)$ столбцов,
 $\begin{pmatrix} j_1 \\ \hat{j}_1 \end{pmatrix}$ указывают на первые $2(n-2)$ строк,
 $\begin{pmatrix} b_1 \\ \hat{b}_1 \end{pmatrix}$ указывают на следующие $2(n-2)$ строк.

Легко видеть, что определитель (15) в общем случае не равен нулю в точке $B \in \tilde{E}_n$. Это означает, что система (12) состоит из алгебраически независимых уравнений. Поэтому она имеет конечное число решений относительно $h_{\hat{i}_1}^{i_1} = -h_{i_1}^{\hat{i}_1}$ и $g_{\hat{a}_1}^{a_1} = -g_{a_1}^{\hat{a}_1}$.

Замечание. Соотношения (14) с учетом неравенства $G_1 \neq 0$ в точке $B \in \tilde{E}_n$ означают канонизацию ортонормальных реперов \tilde{R} в \tilde{E}_n и R в E_n . Действительно, из (5) с учётом (14) получаются следующие дифференциальные уравнения:

$$\begin{cases} A_{a_1}^{i_1} \omega_{i_1}^{\hat{i}_1} - A_{\hat{a}_1}^{\hat{i}_1} \theta_{a_1}^{\hat{a}_1} = A_{a_1 a}^{\hat{i}_1} \theta^a, \\ A_{\hat{a}_1}^{\hat{i}_1} \omega_{i_1}^{\hat{i}_1} - A_{a_1}^{i_1} \theta_{\hat{a}_1}^{a_1} = A_{\hat{a}_1 a}^{i_1} \theta^a. \end{cases} \quad (16)$$

Учитывая $\omega_{i_1}^{\hat{i}_1} = -\omega_{\hat{i}_1}^{i_1}$, $\theta_{a_1}^{\hat{a}_1} = -\theta_{\hat{a}_1}^{a_1}$ и $G_1 \neq 0$, заключаем, что система (16) разрешима однозначным образом относительно форм $\omega_{i_1}^{\hat{i}_1}$, $\theta_{a_1}^{\hat{a}_1}$, т.е.

$$\omega_{i_1}^{\hat{i}_1} = A_{i_1 a}^{\hat{i}_1} \theta^a, \quad \theta_{a_1}^{\hat{a}_1} = B_{a_1 a}^{\hat{a}_1} \theta^a. \quad (12)$$

Величины $A_{i_1 a}^{\hat{i}_1} = -A_{\hat{i}_1 a}^{i_1}$ и $B_{a_1 a}^{\hat{a}_1} = -B_{\hat{a}_1 a}^{a_1}$ определяются системой линейных алгебраических уравнений

$$\begin{cases} A_{a_1}^{i_1} A_{i_1 a}^{\hat{i}_1} - A_{\hat{a}_1}^{\hat{i}_1} B_{a_1 a}^{\hat{a}_1} = A_{a_1 a}^{\hat{i}_1}, \\ A_{\hat{a}_1}^{\hat{i}_1} A_{i_1 a}^{\hat{i}_1} - A_{a_1}^{i_1} B_{\hat{a}_1 a}^{a_1} = A_{\hat{a}_1 a}^{i_1} \end{cases}$$

с основным определителем $G_1 \neq 0$ и удовлетворяют дифференциальным уравнениям

$$dA_{i_1 a}^{\hat{i}_1} - A_{i_1 b}^{\hat{i}_1} \theta_a^b + A_{i_1 a}^{\hat{j}_1} \omega_{\hat{j}_1}^{\hat{i}_1} - A_{\hat{j}_1 a}^{i_1} \omega_{i_1}^{\hat{j}_1} = A_{i_1 a b}^{\hat{i}_1} \theta^b,$$

$$dB_{a_1 a}^{\hat{a}_1} - B_{a_1 b}^{\hat{a}_1} \theta_a^b + B_{\hat{a}_1 a}^{\hat{b}_1} \theta_{\hat{b}_1}^{\hat{a}_1} - B_{b_1 a}^{\hat{a}_1} \theta_{a_1}^{\hat{b}_1} = B_{a_1 a b}^{\hat{a}_1} \theta^b.$$

В соответствии с леммой Н.М. Остиану [7, 8] и с учётом (17) заключаем, что вышеуказанная канонизация реперов R и \tilde{R} существует для любого отображения $V_{n,n} : \tilde{E}_n \rightarrow E_n$, для которого $G_1 \neq 0$. Геометрически канонизация (14) означает ($n > 2$), что

$$\begin{aligned} \Gamma_2^1 &= (\bar{B}, \bar{\varepsilon}_1, \bar{\varepsilon}_2), \quad \Gamma_{n-2}^1 = (\bar{B}, \bar{\varepsilon}_3, \dots, \bar{\varepsilon}_n), \\ L_2^1 &= (\bar{A}, \bar{e}_1, \bar{e}_2), \quad L_{n-2}^1 = (\bar{A}, \bar{e}_3, \dots, \bar{e}_n). \end{aligned} \quad (18)$$

Из Теоремы и (18) следует, что при отображении $V_{n,n} : \tilde{E}_n \rightarrow E_n$ в случае $n > 2$ имеем $L_2^1 = V_{n,n} \Gamma_2^1$, $L_{n-2}^1 = V_{n,n} \Gamma_{n-2}^1$.

Каждой точке $B \in \tilde{E}_n$ сопоставим двумерные площадки

$$\Gamma_2^2 \subset \Gamma_{n-2}^1 \Leftrightarrow t^{\hat{a}_2} = g_{a_2}^{\hat{a}_2} t^{a_2}, \quad t^{a_1} = 0,$$

$$L_2^2 \subset L_{n-1}^1 \Leftrightarrow x^{\hat{i}_2} = h_{i_2}^{\hat{i}_2} x^{i_2}, \quad x^{i_1} = 0.$$

С этими двумерными площадками при $n > 4$ ассоциируются следующие $(n-4)$ -плоскости:

$$\Gamma_{n-4}^2 \perp \Gamma_2^2 \Leftrightarrow t^{a_2} = g_{\hat{a}_2}^{a_2} t^{\hat{a}_2}, t^{a_1} = 0, g_{\hat{a}_2}^{a_2} = -g_{a_2}^{\hat{a}_2},$$

$$L_{n-4}^2 \perp L_2^2 \Leftrightarrow x^{i_2} = h_{\hat{i}_2}^{i_2} x^{\hat{i}_2}, x^{i_1} = 0, h_{\hat{i}_2}^{i_2} = -h_{i_2}^{\hat{i}_2}.$$

Как и при доказательстве Теоремы показывается, что $L_2^2 = V_{n,n} \Gamma_2^2$, $L_{n-2}^2 = V_{n,n} \Gamma_{n-2}^2$ тогда и только тогда, когда величины $g_{\hat{a}_2}^{a_2} = -g_{a_2}^{\hat{a}_2}$ и $h_{\hat{i}_2}^{i_2} = -h_{i_2}^{\hat{i}_2}$ удовлетворяют следующей системе алгебраических уравнений

$$\begin{cases} \varphi_{\hat{a}_2}^{\hat{i}_2} \equiv h_{\hat{i}_2}^{i_2} (A_{a_2}^{i_2} + g_{a_2}^{\hat{a}_2} A_{\hat{a}_2}^{i_2}) - (A_{a_2}^{\hat{i}_2} + g_{\hat{a}_2}^{a_2} A_{\hat{a}_2}^{i_2}) = 0, \\ \psi_{\hat{a}_2}^{i_2} \equiv h_{\hat{i}_2}^{i_2} (A_{\hat{a}_2}^{i_2} + g_{\hat{a}_2}^{a_2} A_{a_2}^{i_2}) - (A_{\hat{a}_2}^{i_2} + g_{a_2}^{\hat{a}_2} A_{a_2}^{i_2}) = 0, \\ h_{\hat{i}_2}^{i_2} = -h_{i_2}^{\hat{i}_2}, \quad g_{\hat{a}_2}^{a_2} = -g_{a_2}^{\hat{a}_2}. \end{cases}$$

Аналогично доказательству Теоремы с учетом (13) можно показать существование в общем случае при $n > 4$ в точке $B \in \tilde{E}_n$ конечного числа линейных подпространств $\Gamma_2^2, \Gamma_{n-2}^2 \subset \tilde{E}_n$ и $L_2^2, L_{n-2}^2 \subset E_n$ таких, что $\Gamma_2^2 \perp \Gamma_{n-4}^2$, $L_2^2 \perp L_{n-4}^2$, $L_2^2 = V_{n,n} \Gamma_2^2$, $L_{n-2}^2 = V_{n,n} \Gamma_{n-2}^2$.

Как и в Замечании показывается, что в общем случае существует канонизация ортонормальных реперов \tilde{R} в \tilde{E}_n и R в E_n , при которой

$$G_2 = \det \begin{bmatrix} \overset{(1)}{G_{a_2 \hat{j}_2}^{\hat{i}_2}} & \overset{(2)}{G_{a_2 \hat{b}_2}^{\hat{i}_2}} \\ \overset{(3)}{G_{\hat{a}_2 \hat{j}_2}^{i_2}} & \overset{(4)}{G_{\hat{a}_2 \hat{b}_2}^{i_2}} \end{bmatrix} \neq 0.$$

$$A_{a_2}^{\hat{i}_2} = 0, A_{\hat{a}_2}^{i_2} = 0,$$

Здесь определитель G_2 имеет порядок $4(n-4)^2$ и определяется также как и в (15) и (16), где индексы $i_1, j_1, a_1, b_1, \hat{i}_1, \hat{j}_1, \hat{a}_1, \hat{b}_1$ заменяются индексами $i_2, j_2, a_2, b_2, \hat{i}_2, \hat{j}_2, \hat{a}_2, \hat{b}_2$, соответственно. Кроме того, в рассматриваемом случае имеют место дифференциальные уравнения:

$$\theta_{a_2}^{\hat{a}_2} = -\theta_{\hat{a}_2}^{a_2} = B_{a_2 a}^{\hat{a}_2} \theta^a, \omega_{\hat{i}_2}^{\hat{i}_2} = -\omega_{i_2}^{\hat{i}_2} = A_{i_2 a}^{\hat{i}_2} \theta^a,$$

$$dA_{i_2 a}^{\hat{i}_2} - A_{i_2 b}^{\hat{i}_2} \theta_a^b + A_{i_2 a}^{\hat{j}_2} \omega_{\hat{j}_2}^{\hat{i}_2} - A_{j_2 a}^{\hat{i}_2} \omega_{\hat{i}_2}^{\beta_2} = A_{i_2 ab}^{\hat{i}_2} \theta^b,$$

$$dB_{a_2 a}^{\hat{a}_2} - B_{a_2 b}^{\hat{a}_2} \theta_a^b + B_{\hat{a}_2 a}^{\hat{b}_2} \theta_{\hat{b}_2}^{\hat{a}_2} - B_{b_2 a}^{\hat{a}_2} \theta_{a_2}^{b_2} = B_{a_2 ab}^{\hat{a}_2} \theta^b.$$

Геометрически указанная канонизация реперов \tilde{R} в \tilde{E}_n и R в E_n характеризуется следующим образом:

$$\Gamma_2^2 = (\bar{B}, \bar{\varepsilon}_3, \bar{\varepsilon}_4), \Gamma_{n-2}^2 = (\bar{B}, \bar{\varepsilon}_5, \dots, \bar{\varepsilon}_n),$$

$$L_2^2 = (\bar{A}, \bar{e}_3, \bar{e}_4), L_{n-2}^2 = (\bar{A}, \bar{e}_5, \dots, \bar{e}_n), n \geq 5.$$

Пусть r – натуральное число такое, что

$$n = \begin{cases} 2r, \\ 2r+1, \end{cases} \quad (19)$$

В этом случае будет использована следующая система индексов

$$p, q = \overline{1, r}; \quad i_p, j_p, a_p, b_p = \overline{1, 2p}; \quad \hat{i}_p, \hat{j}_p, \hat{a}_p, \hat{b}_p = \overline{2p+1, n}. \quad (20)$$

Продолжая рассуждения, аналогичные изложенным выше, получаем, что евклидовы пространства \tilde{E}_n и E_n разбиваются на r попарно ортогональных соответствующих двумерных площадок

$$\Gamma_2^p = (\bar{B}, \bar{\varepsilon}_{2p-1}, \bar{\varepsilon}_{2p}) \subset \tilde{E}_n,$$

$$L_2^p = (\bar{A}, \bar{e}_{2p-1}, \bar{e}_{2p}) \subset E_n, \quad L_2^p = V_{n,n} \Gamma_2^p, \quad (21)$$

таких, что

$$\begin{aligned}\Gamma_{n-2p}^p &= (\bar{B}, \bar{e}_{2p+1}, \dots, \bar{e}_n) \perp \Gamma_2^p, \\ L_{n-2p}^p &= (\bar{A}, \bar{e}_{2p+1}, \dots, \bar{e}_n) \perp L_2^p, L_{n-2p}^p = V_{n,n} \Gamma_{n-2p}^p.\end{aligned}\quad (22)$$

При этом по аналогии с (14) проводится такая канонизация реперов \tilde{R} в \tilde{E}_n и R в E_n , при которой

$$G_p = \det \begin{bmatrix} G_{a_p \hat{j}_p}^{(1) \hat{i}_p j_p} & G_{a_p \hat{b}_p}^{(2) \hat{i}_p b_p} \\ G_{\hat{a}_p \hat{j}_p}^{(3) i_p j_p} & G_{\hat{a}_p \hat{b}_p}^{(4) i_p b_p} \end{bmatrix} \neq 0, \quad A_{\hat{a}_p}^{i_p} = 0, \quad A_{a_p}^{\hat{i}_p} = 0, \quad (23)$$

(P – фиксировано),

$$\begin{aligned}G_{a_p \hat{j}_p}^{(1) \hat{i}_p j_p} &= A_{a_p}^{j_p} \delta_{\hat{j}_p}^{\hat{i}_p}, \quad G_{a_p \hat{b}_p}^{(2) \hat{i}_p b_p} = -A_{\hat{b}_p}^{\hat{i}_p} \delta_{a_p}^{b_p}, \quad G_{\hat{a}_p \hat{j}_p}^{(3) i_p j_p} = -A_{\hat{a}_p}^{i_p} \delta_{\hat{j}_p}^{j_p}, \quad G_{\hat{a}_p \hat{b}_p}^{(4) i_p b_p} = A_{a_p}^{i_p} \delta_{\hat{b}_p}^{b_p} \delta_{\hat{a}_p}^{a_p},\end{aligned}$$

причем значения пар индексов $\begin{pmatrix} \hat{i}_p \\ a_p \end{pmatrix}$ указывают на первые $2(n-2)$ столбцов, $\begin{pmatrix} i_p \\ \hat{a}_p \end{pmatrix}$ указывают на следующие

$2(n-2)$ столбцов, $\begin{pmatrix} j_p \\ \hat{j}_p \end{pmatrix}$ указывают на первые $2(n-2)$ строк, $\begin{pmatrix} b_p \\ \hat{b}_p \end{pmatrix}$ указывают на следующие $2(n-2)$ строк.

Имеют место дифференциальные уравнения:

$$\begin{aligned}\theta_{a_p}^{\hat{a}_p} &= -\theta_{\hat{a}_p}^{a_p} = B_{a_p a}^{\hat{a}_p} \theta^a = -B_{\hat{a}_p a}^{a_p} \theta^a, \quad \omega_{i_p}^{\hat{i}_p} = -\omega_{\hat{i}_p}^{i_p} = A_{i_p a}^{\hat{i}_p} \theta^a = -A_{\hat{i}_p a}^{i_p} \theta^a, \\ dA_{i_p a}^{\hat{i}_p} - A_{i_p b}^{\hat{i}_p} \theta_a^b + A_{i_p a}^{\hat{j}_p} \omega_{\hat{j}_p}^{\hat{i}_p} - A_{j_p a}^{\hat{i}_p} \omega_{i_p}^{j_p} &= A_{i_p ab}^{\hat{i}_p} \theta^b, \\ dB_{a_p a}^{\hat{a}_p} - B_{a_p b}^{\hat{a}_p} \theta_a^b + B_{\hat{a}_p a}^{\hat{b}_p} \theta_{\hat{b}_p}^{\hat{a}_p} - B_{b_p a}^{\hat{a}_p} \theta_{a_p}^{b_p} &= B_{a_p ab}^{\hat{a}_p} \theta^b.\end{aligned}\quad (24)$$

Заметим, что

$$E_n = \begin{cases} \bigcup_{p=1}^r L_2^p, & \text{при } n = 2r, \\ \bigcup_{p=1}^r L_2^p \cup L_1^n = (\bar{A}, \bar{e}_n), & \text{при } n = 2r+1, \end{cases}\quad (25)$$

$$\tilde{E}_n = \begin{cases} \bigcup_{p=1}^r \Gamma_2^p, & \text{при } n = 2r, \\ \bigcup_{p=1}^r \Gamma_2^p \cup \Gamma_1^n = (\bar{A}, \bar{e}_n), & \text{при } n = 2r+1, \end{cases}\quad (26)$$

$$V_{n,n} \Gamma_2^p = L_2^p \quad (n = 2r), \quad V_{n,n} \Gamma_2^{p-1} = L_2^{p-1}, \quad V_{n,n} \Gamma_1^n = L_1^n \quad (n = 2r+1).$$

Из (12) в силу (23) замечаем, что

$$\det[A_a^i] = \det[A_{a_1}^{\alpha_1}] \cdot \det[A_{a_2}^{\alpha_2}] \cdot \dots \cdot \det[A_{a_r}^{\alpha_r}] \neq 0.$$

Литература

1. Лаптев Г.Ф. Дифференциальная геометрия погруженных многообразий // Труды Московского математического общества. – М., – 1953, – Т. 2. – С. 275 – 382.
2. Лаптев Г.Ф. К инвариантной теории дифференцируемых отображений // Тр. Геом. Семинара – М., – 1974. – 16 – С. 37 – 42.
3. Рыжков В.В. Дифференциальная геометрия точечных соответствий между пространствами // Итоги науки. Геометрия. Москва, – 1965. – С. 65 – 107.
4. Ивлев Е.Т., Молдованова Е.А. Распределение двумерных площадок в евклидовом пространстве // Известия Томского политехнического университета [Известия ТПУ] / Томский политехнический университет (ТПУ). — 2012. — Т. 320, № 2 : Математика и механика. Физика. — С. 5-11.
5. Ивлев Е.Т. Классификация Коши-Римана многомерных поверхностей в евклидовом пространстве / Е.Т. Ивлев, А.А. Лучинин, Е.А. Молдованова // Известия Томского политехнического университета [Известия ТПУ] / Томский политехнический университет (ТПУ). — 2012. — Т. 321, № 2 : Математика и механика. Физика. — С. 5-9.

6. Ивлев Е.Т. Отображения Коши-Римана двумерных площадок касательного и нормального расслоений поверхности в евклидовом пространстве / Е.Т. Ивлев, А.А. Лучинин, Е.А. Молдованова // Известия Томского политехнического университета [Известия ТПУ] / Томский политехнический университет (ТПУ). — 2012. — Т. 320, № 2 : Математика и механика. Физика. — С. 9-11.

7. Остиану Н.М. О канонизации подвижного репера погруженного многообразия // Rev. math. pures et appl. (RNR). — 1962. — №2. — P. 231 – 240.

8. Остиану Н.М. Распределения m-мерных линейных элементов в пространстве проективной связности II. // Труды геометрического семинара. — Т. 3, ВИНТИ АН СССР, — 1971, С. 95 – 114.

References

1. Laptev G.F. Differencial'naja geometrija pogruzhennyh mnogoobrazij // Trudy Moskovskogo matematicheskogo obshchestva. — M., — 1953, — Т. 2. — S. 275 – 382.

2. Laptev G.F. K invariantnoj teorii differenciruemyh otobrazhenij // Tr. Geom. Seminara — M., — 1974. — 16 — S. 37 – 42.

3. Ryzhkov V.V. Differencial'naja geometrija tochechnyh sootvetstvij mezhdu prostranstvami // Itogi nauki. Geometrija. Moskva, — 1965. — S. 65 – 107.

4. Ivlev E.T., Moldovanova E.A. Raspreделение двумерных плоскостей в евклидовом пространстве // Izvestija Tomskogo politehnicheskogo universiteta [Izvestija TPU] / Tomskij politehnicheskij universitet (TPU). — 2012. — Т. 320, № 2 : Математика и механика. Физика. — С. 5-11.

5. Ivlev E.T. Klassifikacija Koshi-Rimana mnogomernyh poverhnostej v evklidovom prostranstve / E.T. Ivlev, A.A. Luchinin, E.A. Moldovanova // Izvestija Tomskogo politehnicheskogo universiteta [Izvestija TPU] / Tomskij politehnicheskij universitet (TPU). — 2012. — Т. 321, № 2 : Математика и механика. Физика. — С. 5-9.

6. Ivlev E.T. Otoprazhenija Koshi-Rimana dvumernyh ploshhadok kasatel'nogo i normal'nogo rassloenij poverhnosti v evklidovom prostranstve / E.T. Ivlev, A.A. Luchinin, E.A. Moldovanova // Izvestija Tomskogo politehnicheskogo universiteta [Izvestija TPU] / Tomskij politehnicheskij universitet (TPU). — 2012. — Т. 320, № 2 : Математика и механика. Физика. — С. 9-11.

7. Ostianu N.M. O kanonizacii podvizhnogo repera pogruzhennogo mnogoobrazija // Rev. math. pures et appl. (RNR). — 1962. — №2. — P. 231 – 240.

8. Ostianu N.M. Raspreделение m-мерных линейных элементов в пространстве проективной связности II. // Труды геометрического семинара. — Т. 3, ВИНТИ АН СССР, — 1971, С. 95 – 114.

DOI: 10.18454/IRJ.2016.47.154

Шебзухов А.А.¹, Василяди Р.В.², Уруджев А.К.³, Симонян Д.А.⁴, Гаджиев З.Х.⁵

¹Студент, Физико-технический факультет, ²студент, Физико-технический факультет,

³ORCID: 0000-0002-1758-2436 ²студент, Физико-технический факультет, ⁴ORCID: 0000-0001-9633-7043, студент,

Географический факультет, ⁵ORCID: 0000-0003-2123-1097, студент,

Географический факультет, Кубанский Государственный Университет

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ НИЗКОЙ ЧАСТОТЫ НА ПЛАЗМУ КРОВИ ЛАБОРАТОРНЫХ КРЫС

Аннотация

В данной работе исследовалось влияние ЭМП НЧ (электромагнитное поле низкой частоты) частотой от 5 Гц до 50 Гц на плазму крови лабораторных крыс. Для этого на хемилюминиметре LUM-5773 исследовалась хемилюминесценция облучённых соответствующей частотой образцов разбавленной в 10 раз физраствором (NaCl 0,9%) плазмы крови, и с последующей стимуляцией образцов, разбавленной в столько же раз, как и плазма, перекисью водорода H₂O₂ с концентрацией 3%, для наиболее выраженного и ускоренного наблюдения протекания реакции окисления.

Ключевые слова: хемилюминесценция, плазма крови, электромагнитное поле низкой частоты.

Shebzuхов A.A.¹, Vasiliadi R.V.², Urudzhev A.K.³, Simonjan D.A.⁴, Gadzhiev Z.H.⁵

¹Student, Physics and Technology Faculty, ²student, Physics and Technology Faculty, ³ORCID: 0000-0002-1758-2436,

student, Physics and Technology Faculty, ⁴ORCID: 0000-0001-9633-7043, student, Faculty of Geography,

⁵ORCID: 0000-0003-2123-1097, student, Faculty of Geography, Kuban State University

EFFECT OF ELECTROMAGNETIC FIELD ON LOW FREQUENCY BLOOD PLASMA OF LABORATORY RATS

Abstract

In this paper we investigated the effect of EMF LF (low frequency electromagnetic field) frequency of 5 Hz to 50 Hz in the blood plasma of laboratory rats. For this purpose chemiluminometer LUM-5773 was investigated chemiluminescence irradiated appropriate frequency samples diluted 10 times with physiological saline (NaCl 0,9%) in blood plasma and followed by stimulation with samples diluted in the same number of times as the plasma, the hydrogen peroxide with the concentration of H₂O₂ 3 %, and most pronounced for the accelerated oxidation reaction flow observations.

Keywords: chemiluminescence, blood plasma, the electromagnetic field of low frequency.

Известны многочисленные работы, в которых показана возможность изменения физико-химических свойств биосистем различных типов при воздействии электромагнитного поля низкой частоты (ЭМП НЧ) [1 - 5].

ПОДГОТОВКА ОБРАЗЦОВ

Плазма отделялась от цельной крови путем центрифугирования, в течении 15 мин прогонялась со скоростью центрифуги равной 1500 об/мин. По окончании центрифугирования была получена чистая плазма. Для увеличения

количества образцов плазма разбавлялась 10 раз 0,9% раствором хлорида натрия (NaCl). Далее полученный раствор распределялся дозатором по 10 эппендорфам. Для стимуляции образцов при измерении хемилюминесценции приготовили разбавленный 10 раз раствор 3% перекиси водорода (H_2O_2).

ОБЛУЧЕНИЕ ОБРАЗЦОВ ЭМП

Каждый эппендорф загружался в соленоид для получения однородного ЭМП с полостью для эппендорфов. После помещения эппендорфа в соленоид, она помещалась в экранированную камеру для защиты соленоида от воздействия магнитного поля земли согласно работе. Соленоид подключается к генератору ГЗ-118, затем вся система подключается к осциллографу для стабильного наблюдения за частотой. Далее все 10 эппендорфов с образцами облучались в течении 10 мин в ЭМП соленоида (защищенного от ЭМП земли в экранированной камере) частотой от 5 Гц до 50 Гц под напряжение 0,2 мТл, каждый эппендорф облучался с интервалом в 5 Гц при температуре 24 – 26⁰С, такое воздействие, непосредственно на плазму крови, носит характер *in vitro*. Для получения большего эффекта от облучения, облученный образец сразу загружался в кюветное отделение хемилюминометра для дальнейшей регистрации хемилюминесценции.

СПОСОБ РЕГИСТРАЦИЯ ХЕМИЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ

Регистрация хемилюминесценции производилась на хемилюминометре LUM-5773. Кювета с исследуемым образцом помещается в кюветное отделение хемилюминометра и закрывается сверху светонепроницаемым миксером. В качестве кюветы использовали стеклянные кюветы, диаметром 10±1 мм и высотой от 30 до 70 мм. Степень прозрачности кюветы практически не влияет на интенсивность измерений, так как свет от измеряемых химических и биологических образцов является рассеянным и распространяется во всех направлениях одинаковой интенсивностью. Хемилюминометр LUM-5773 позволяет использовать два режима измерения: относительные и абсолютные измерения. Для проведения регистрации изменения интенсивности хемилюминесценции плазмы крови, в зависимости от частоты облучения, на хемилюминометр LUM-5773 использовался относительный режим измерений.

При установленных параметрах бала снята хемилюминесценция кюветы наполненной 200 мкл дистиллированной водой до установления стабильного значения, выступающая в качестве относительной калибровки прибора, интенсивность свечения которой приведена ниже (Рис. 1).

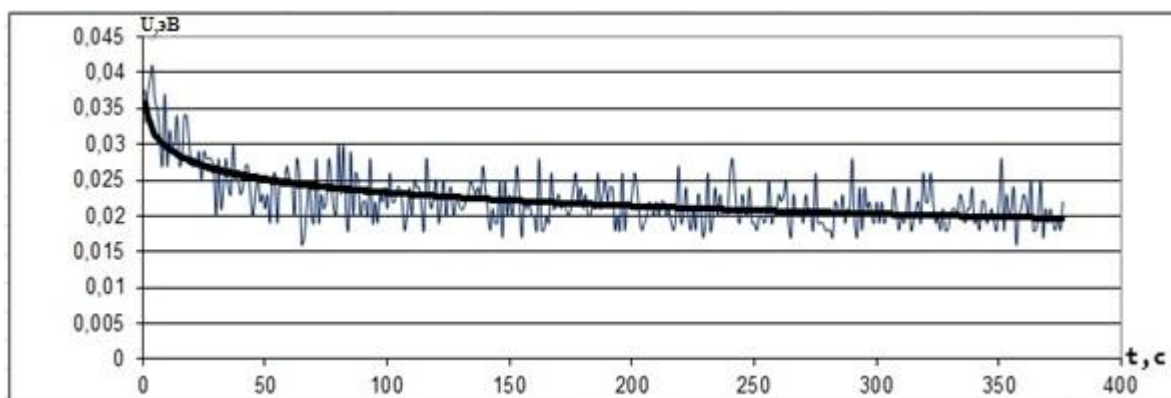


Рис. 1 – Интенсивность хемилюминесценции кюветы с дистиллированной водой

Продолжительность снятия интенсивности хемилюминесценции кюветы составила 370 с. Замечено, что для каждого графика: фона, дистиллированной воды и стимулированного ЭМП НЧ образцов в начале имеется некий всплеск хемилюминесценции. Величины интенсивности фотоимпульсов хемилюминесценции дистиллированной в прямой части графика воды имеют следующие средние значения от 0,018 эВ до 0,022 эВ, с флуктуацией от 0,016 эВ до 0,028 эВ. В качестве контрольной была выбрана величина интенсивности хемилюминесценции дистиллированной воды. Видно, что в прямой части графика среднее значение фотоимпульсов пустой кюветы лежит в диапазоне от 0,004 эВ до 0,006 эВ.

ИССЛЕДОВАНИЕ ХЕМИЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ ОБРАЗЦОВ СТИМУЛИРОВАННЫХ ЭМП НЧ И H_2O_2

В кювету хемилюминометра LUM-5773 помещалось 200 мкл облученного образца и в течении 300 секунд снималась хемилюминесценция образцов стимулированных только ЭМП НЧ, затем встроенным катетером в хемилюминометре к образцу добавлялась стимуляция H_2O_2 и в течении 400 – 500 секунд снималась хемилюминесценция. Хемилюминесценция всех образцов снималась при температуре 24 ⁰С. Регистрация хемилюминесценции продолжалась до установления стабильного значения, для образцов, стимулированных только ЭМП НЧ стабильное значение устанавливалось уже на 300 с, а для образцов, стимулированных ЭМП НЧ и H_2O_2 устанавливалось уже на 400 с.

Начальный максимальный всплеск хемилюминесценции, интенсивность хемилюминесценции после спада, флуктуация образцов стимулированных ЭМП НЧ в соответствующих частотах представлена ниже (таб. 1).

Таблица 1 – Интенсивность хемилюминесценции и флуктуация образцов стимулированных ЭМП НЧ

Частота, Гц	Начальный всплеск хемилюминесценции, эВ	Интенсивность хемилюминесценции после спада, эВ		Флуктуация, эВ	
	max	От	До	От	До
5	0,041	0,022	0,024	0,0185	0,0291
10	0,0305	0,023	0,025	0,0191	0,0315
15	0,03	0,022	0,024	0,0185	0,0291
20	0,0305	0,022	0,024	0,0175	0,0295
25	0,0385	0,023	0,025	0,0185	0,0291
30	0,0355	0,023	0,025	0,0181	0,0291
35	0,049	0,024	0,026	0,0195	0,0325
40	0,0745	0,029	0,031	0,0251	0,0431
45	0,0685	0,032	0,034	0,0271	0,0442
50	0,042	0,026	0,028	0,0225	0,0345

В каждом полученном графике, приведённом наблюдается всплеск хемилюминесценции и дальнейший его экспоненциальный спад, до установления стабильного значения. Стоит отметить, что данный всплеск, в начале менее важен чем установившийся после всплеска стабильное значение хемилюминесценции. Из таблицы 1 видно, что максимальный всплеск хемилюминесценции вначале наблюдается в образцах облучённого частотой 40 Гц и 45 Гц, которая отличается от максимального всплеска хемилюминесценции других образцов и от дистиллированной воды в 2 раза. Не сильное отличие начального всплеска и среднего значения интенсивности хемилюминесценции воды и облучённой частотами от 5 Гц до 50 Гц с шагом в 5 Гц плазмы крови обусловлено тем, что плазма крови на 90% состоит из воды. А хоть какое-то отличие от значений интенсивности хемилюминесценции фона и воды имеет из-за содержания в плазме крови 8% белка и 2% органических и минеральных соединений.

Далее ко всем образцам через катетер хемилюменометра LUM-5773 добавлялась 20 мкл приготовленного раствора перекиси водорода. Начальный максимальный всплеск хемилюминесценции, интенсивность хемилюминесценции после спада, флуктуация образцов стимулированных ЭМП НЧ и H_2O_2 в соответствующих частотах представлена ниже (таб. 2).

Таблица 2 – Интенсивность хемилюминесценции и флуктуация образцов стимулированных ЭМП НЧ и H_2O_2

Частота, Гц	Начальный всплеск хемилюминесценции, эВ	Интенсивность хемилюминесценции после спада, эВ		Флуктуация, эВ	
	max	От	До	От	До
5	0,127	0,038	0,040	0,0275	0,0525
10	0,083	0,041	0,043	0,0305	0,0595
15	0,0605	0,037	0,039	0,0295	0,0485
20	0,071	0,039	0,041	0,0285	0,0491
25	0,0835	0,039	0,041	0,0285	0,0511
30	0,079	0,039	0,041	0,0285	0,0515
35	0,089	0,039	0,041	0,0275	0,0561
40	0,0675	0,039	0,041	0,0285	0,0561
45	0,0785	0,039	0,041	0,0291	0,0521
50	0,067	0,038	0,040	0,0281	0,0521

Из таблицы 1 и таблицы 2 видно, что начальный максимальный всплеск хемилюминесценции, практически всех образцов, увеличился в 2 раза после стимуляции раствором H_2O_2 . В результате взаимодействия свободного радикала (Н-О), присутствующего в соединении H_2O_2 , с плазмой крови резко увеличивается количество протекания экзотермических реакций окисления, следствием чего и является всплеск, видимый на графике, превосходящий по интенсивности всплеск, даваемый просто воздействием ЭМП в 2 раза. Исходя из полученных результатов в таблицах 1 и 2 видно, что на образцах, стимулированных просто ЭМП НЧ и со стимуляцией раствором H_2O_2 максимальное значение всплеска хемилюминесценции получено на частотах начиная с 35 Гц до 45 Гц, что говорит о их наибольшем эффекте воздействия.

АНАЛИЗ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ

На основе полученных экспериментальных данных можно сделать вывод, что во взятом частотном диапазоне ЭМП оказалось различное влияние на плазму крови выделенной из цельной крови, в зависимости от частоты ЭМП. При добавлении дополнительного химического активатора (H_2O_2), взаимодействующим со всем перекисным числом, содержащимся в исследуемом образце, которое как раз и способствует протеканию реакций окисления вызывающих сверх слабое свечение – хемилюминесценцию, эффект воздействия был более выражен, о чем говорит колоссальный всплеск интенсивности свечения, в первые секунды регистрации хемилюминесценции.

Тот факт, что начальный всплеск хемилюминесценции облученных, ЭМП от 35 Гц до 45 Гц плазмы крови, превышает интенсивность хемилюминесценции взятого нами контроля, почти в 2 раза и в 4 раза со стимуляцией

раствором H_2O_2 , свидетельствует о наличии воздействия ЭМП на плазму крови и стимуляции его к протеканию реакций окисления. На основании этого можно сделать вывод о негативном воздействии ЭМП на экспериментальный образец (плазму крови). Чем ярче исследуемое свечение, тем быстрее протекает реакции с выделением энергии. Таким образом наибольшее негативное влияние на плазму крови оказали частоты от 35 Гц до 45 Гц с интервалом в 5 Гц, а наименьшее влияние на плазму крови оказала ЭМП частотой в 15 Гц так как при этой частоте интенсивность фототоков оказалась самой меньшей, и составило 0,03 эВ для стимулированного только ЭМП, и 0,0605 эВ для стимулированного ЭМП и раствором H_2O_2 .

Литература

1. Бинги В.Н. Принципы электромагнитной биофизики. М.: Физматлит, 2011. С. 32-39.
2. Tekutskaia E. E., Barishev M. G., Ilchenko G. P. The Effect of a Low Frequency Electromagnetic Field on DNA Molecules in Aqueous Solutions // Biophysics, 2015, Vol. 60, No. 6, pp. 913–916.
3. Текуцкая Е.Е., Васильев Ю.А., Храмцова А.А. Исследование воздействия электромагнитного излучения низкой частоты на активность лимфоцитов // Российский иммунологический журнал. – 2014. Т.8(17), - № 3. – С. 466-469.
4. Текуцкая Е.Е., Чебоchinov К.В., Ильченко Г.П. Триптофановая флуоресценция плазмы крови под действием электромагнитного поля низкой частоты / Научные труды VII International Congress «Low and Superlow Fields and Radiations in Biology and Medicine» – Санкт-Петербург, 7-11 сентября 2015. – С. 96-97.

References

1. Bingi V.N. Principy jelectromagnitnoj biofiziki. M.: Fizmatlit, 2011. S. 32-39.
2. Tekutskaia E. E., Barishev M. G., Ilchenko G. P. The Effect of a Low Frequency Electromagnetic Field on DNA Molecules in Aqueous Solutions // Biophysics, 2015, Vol. 60, No. 6, pp. 913–916.
3. Tekuckaja E.E., Vasil'ev Ju.A., Hramcova A.A. Issledovanie vozdejstviya jelectromagnitnogo izlucheniya nizkoj chastoty na aktivnost limfocitov // Rossijskij immunologicheskij zhurnal. – 2014. T.8(17), - № 3. – S. 466-469.
4. Tekuckaja E.E., Il'chenko G.P., Chebochinov K.V. Triptofanovaja fluorescenciya plazmy krovi pod dejstviem jelectromagnitnogo polja nizkoj chastoty // Nauchnye trudy VII International Congress «Low and Superlow Fields and Radiations in Biology and Medicine». – Sankt-Peterburg, 2015. – S. 96-97.

DOI: 10.18454/IRJ.2016.47.055

Якубаев К.Д.

Кандидат физико-математических наук, Астраханский государственный архитектурно-строительный университет
ИГРЫ С КЛЕТОЧНЫМИ МАТРИЦАМИ КАК ИГРЫ ПРЕСЛЕДОВАНИЯ И УБЕГАНИЯ

Аннотация

Для игр с клеточными матрицами применена методика Л.С. Понтрягина, что привело к разделению матричной игры на игру преследования и игру убегания.

С помощью двоичного кодирования графы траектории игроков были вложены в единичные отрезки системы координат. Это позволило визуализировать и описать причинные операторы преследования.

Приведена методика сведения дифференциальной игры к клеточной матричной игре.

Ключевые слова: клеточные матрицы, теория игр, цена игры.

Yaksubaev K.D.

PhD in Physics and Mathematics, Russian State Astrakhan University of Architecture and Building
GAME WITH CELLULAR MATRICES AS GAMES OF PURSUIT AND EVASION

Abstract

For games with the cell matrices the technique of L. S. Pontryagin, which led to the separation matrix games game of pursuit and evasion game.

Using the binary coding column the trajectories of the players were invested in isolated segments of the coordinate system. This allowed to visualize and describe causal operators persecution.

The technique of information differential games to cell matrix game.

Keywords: cell matrix, game theory, price of the game.

Настоящая статья является продолжением работы автора [3]. Приведем краткое описание игры типа TG^{1212} с клеточной матрицей в чистых стратегиях.

На первом ходе игрок Р выбирает строку, а игрок Q столбец фактор-матрицы. На втором ходе все повторяется. Первый игрок стремится максимизировать выигрыш, а второй игрок стремится минимизировать проигрыш.

Применение методики дифференциальных игр, разработанной Л.С. Понтрягиным к играм с клеточной матрицей.

Рассмотрим игру со следующей платежной клеточной матрицей:

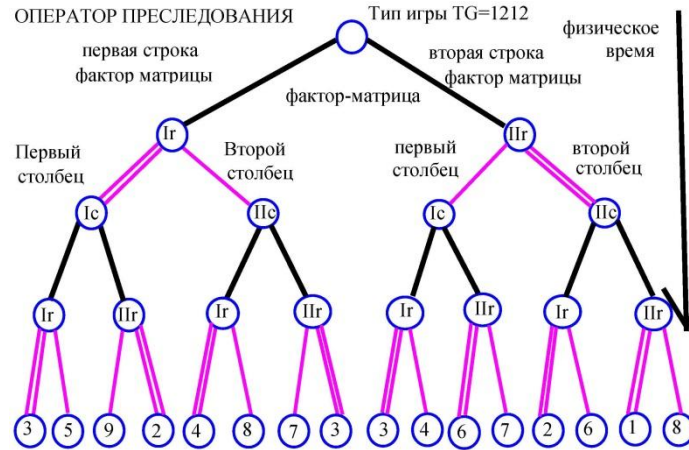
$$A = \begin{pmatrix} \begin{pmatrix} 3 & 5 \\ 9 & 2 \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} 4 & 8 \\ 7 & 3 \end{pmatrix} \\ \begin{pmatrix} 3 & 4 \\ 6 & 7 \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} 2 & 6 \\ 1 & 8 \end{pmatrix} \end{pmatrix}$$

Элементы платежной матрицей примем за расстояние между обоими игроками. Тогда игрок Р будет у нас убегающим игроком, поскольку он хочет увеличить расстояние между игроками. А игрок Q будет догоняющим игроком.

Тогда в соответствии с методикой Л.С. Понтрягина эта игра распадается на две игры: игру преследования и игру убегания. Рассмотрим игру преследования.

Построение оператора преследования для игры преследования с помощью графа

Тип игры TG= 1212 с точки зрения теории дифференциальных игр есть игра преследования. Решением такой игры является оператор преследования. Этот оператор на любой ход убегающего должен выдавать оптимальный ход преследователя и должен соблюдать принцип причинности. Он не должен знать будущего. Приведем изображение причинного оператора преследования на графе.



Мы видим на графе, что на любой ход черного игрока Р, указан оптимальный ход розового игрока Q.

Сведение дифференциальной игры с фиксированным временем окончания игры к клеточной матричной игре

Рассмотрим дифференциальную игру с фиксированным временем окончания игры T со следующими уравнениями движения:

$$x' = f(x, t, u), x(0) = x_0, u \in U; y' = f(x, t, v), y(0) = y_0, v \in V.$$

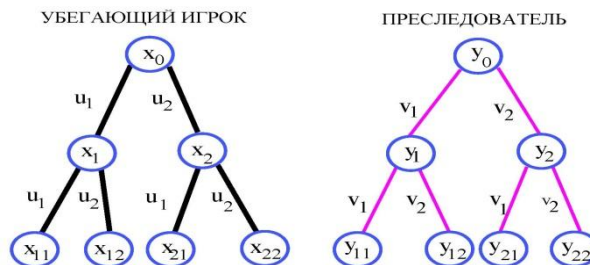
Игрок x называется убегающим игроком, а игрок y преследователем.

Целевой функцией называется расстояние между игроками в момент времени T , то есть

$$F(u(*), v(*)) = |y(T) - x(T)|$$

Сведем рассматриваемую дифференциальную игру к матричной игре следующим способом. Пусть управляющие параметры u, v принимают всего два значения: $u \in \{u_1, u_2\} \subset U, v \in \{v_1, v_2\} \subset V$. Временной промежуток $[0; T]$ разобьем на два отрезка: $[0; \frac{T}{2}]$ и $[\frac{T}{2}; T]$. Конечно точность приближения сооруженной нами дискретной модели игры невелика. Но для демонстрации метода этого достаточно.

Траектории движения в выбранной нами дискретной модели при схематическом изображении будут таковыми:



Теперь можно составить клеточную матрицу игры:

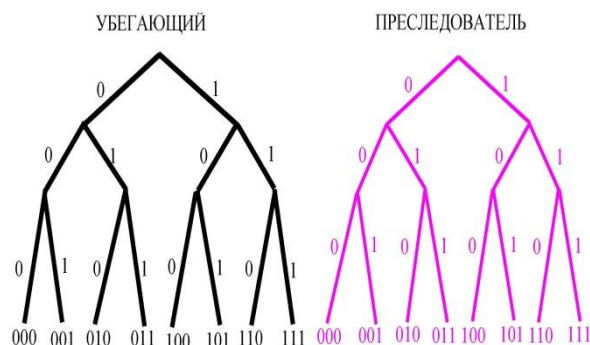
$$A = \begin{pmatrix} (a_{11} & a_{12}) \\ (a_{21} & a_{22}) \\ (a_{31} & a_{32}) \\ (a_{41} & a_{42}) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} (a_{13} & a_{14}) \\ (a_{23} & a_{24}) \\ (a_{33} & a_{34}) \\ (a_{43} & a_{44}) \end{pmatrix}, \quad a_{i,j} = |y_{i,j} - x_{i,j}|$$

Сведение дифференциальной игры с фиксированным временем окончания к клеточной игре позволяет нам использовать теорию дискретных игр [1;2].

Описание причинных операторов для игры с клеточными матрицами

Определение. Оператор $G: C_{[0;T]} \rightarrow C_{[0;T]}$ называется причинным, если для любых двух функций, таких что $x_1(t) \equiv x_2(t)$ на отрезке $[0; b]$ следует, что $y_1(t) \equiv y_2(t)$ на том же отрезке, где $y_1 = Gx_1, y_2 = Gx_2$.

Рассмотрим следующую игру на графах:

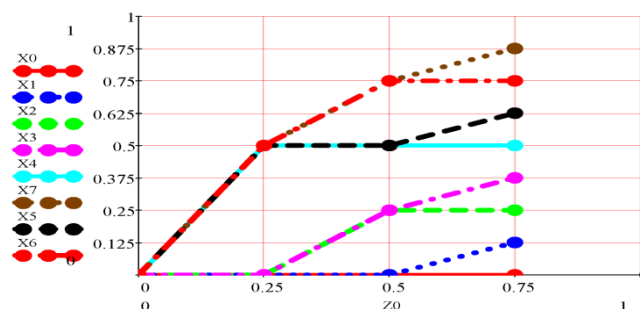


Траектории мы закодировали нулями и единицами. Введем следующее представление двоичных чисел.

000	001	010	011	100	101	110	111
0	1/8	2/8	3/8	4/8	5/8	6/8	7/8

Вложение графа траекторий убегающего игрока в плоскость

Вложение производится следующим образом:



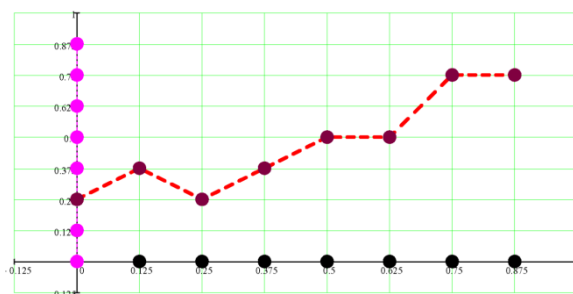
Получим множество S_1 . Аналогично вложим граф траекторий догоняющего игрока в плоскость и получим множество S_2 . Будем предполагать, что оба множества есть подмножества пространства непрерывных функций $C_{[0,1]}$ с равномерной метрикой.

Вложение обоих графов в единичный отрезок

Каждую траекторию мы закодировали двоичным числом, и поэтому такое вложение возможно. Итак, один граф у нас располагается по оси иксов, а другой по оси игреков.

Визуализация отображения одного графа в другой.

Любая кусочно-линейная функция, с вершинами в указанных точках есть визуальный образ оператора, отображающего один граф в другой.



Остается отобрать из всей совокупности кусочно-линейных функций причинные операторы.

Теорема. Причинными функциями (операторами) являются те, и только те функции, производные которых удовлетворяют следующему условию:

$$\begin{cases} |f'(x)| \leq 1 & \text{при } 0 \leq x < 1/8 \\ |f'(x)| \leq 2 & \text{при } 1/8 \leq x < 2/8 \\ |f'(x)| \leq 1 & \text{при } 2/8 \leq x < 3/8 \\ |f'(x)| \leq 4 & \text{при } 3/8 \leq x < 4/8 \\ |f'(x)| \leq 1 & \text{при } 4/8 \leq x < 5/8 \\ |f'(x)| \leq 2 & \text{при } 5/8 \leq x < 6/8 \\ |f'(x)| \leq 1 & \text{при } 6/8 \leq x \leq 7/8 \end{cases}$$

Правильнее записать эти условия, через константы Липшица. Заметим, что цифры 1, 2, 4 это как раз и есть расстояния в равномерной норме во множестве C_1 между нашими восемью функциями убегающего игрока. Если теперь мы индуцируем норму C на отрезок $[0;1]$ по оси иксов, а на оси игреков все оставим по прежнему, то описание всех причинных операторов примет такой вид.

Теорема. Причинными операторами являются все не растягивающие функции, то есть все кусочно-линейные функции с константой Липшица равной единице.

Центральная задача дискретной теории игр. Описать все причинные операторы, отображающие один граф в другой с разного рода ограничениями.

К задаче визуализации причинных отображений одного счетного двоичного графа на другой

Уложим счетный двоичный граф убегающего игрока на единичный отрезок по оси иксов, а счетный двоичный граф преследователя на единичный отрезок по оси игреков. И любая функция, располагающаяся в единичном квадрате, есть отображение одного графа на другой.

Но можно ли, следуя приведенной выше методике, выделить из всех отображений класс причинных операторов неизвестно?

К проблеме аксиомы выбора

Аксиома выбора. Из многозначного отображения всегда можно выделить однозначную ветвь-селектор.

Аксиома выбора с принципом причинности должна звучать так.

Из многозначного причинного отображения всегда можно выделить однозначную причинную ветвь - селектор.

В работе автора [4] доказана следующая теорема.

Теорема. Из многозначного компактнозначного причинного отображения:

$$F: A \rightarrow 2^{C_{[0;T]}}, A \subset C_{[0;T]},$$

всегда можно выделить однозначный причинный селектор. Доказательство опирается на теорему Тихонова.

На взгляд автора, если эту теорему изложить в максимально абстрактной форме, с привлечением понятия порядковая непрерывность, то полученное обобщение может стать удачным заменителем аксиомы выбора. Конечно, если будет доказано, что оно слабее теоремы Тихонова.

Можно ли игру двух игроков на любом конечном графе реализовать как игру с клеточной матрицей?

Рассмотрим конечный граф, на котором играют поочередно два игрока. И пусть выигрышные очки стоят не только на концах графа, но и в различных вершинах. Полученные баллы оба игрока складывают.

Лемма. Все очки, складывая соответственным образом, можно спустить на концы графа.

Лемма. Игру двух игроков на любом конечном графе можно реализовать как игру с некоторой клеточной матрицей.

Доказательство. Пусть задан граф, на котором идет игра двух игроков.

По предыдущей лемме можно спустить все платежные числа на концы графа и там их сложить.

Пусть M это максимум, а m это минимум из всех чисел, расположенных на концах графа.

Будем достраивать граф фиктивными ребрами, двигаясь снизу вверх, по следующему принципу. Первому игроку, играющему на максимум, будем подсовывать самое маленькое число на конце фиктивного ребра при его фиктивном ходе. Для второго игрока будем подсовывать самое большое число.

Так двигаясь снизу вверх, можно будет достроить весь граф до красивого вида, который является графом некоторой клеточной матрицы. Цена игры при этом не изменится.

Пример, экономической задачи с клеточной матрицей с глубиной вложения пять.

Товаропроизводитель игрок Q					
Напитки				Молочные продукты	
Безалкогольные		Алкобольные		Творог	Молоко
Ситро	Квас	Вина	Водка	Сорт 1.	Сорт 1.
Сорт 1.	Сорт 1.	Крепленные	Сухие	Сорт 2.	Сорт 2.
Сорт 2.	Сорт 2.				
		Сорт 1.	Сорт 1.		
		Сорт 2.	Сорт 2.		
		Сорт 3.			

Нужно вводя фиктивные числа и ребра уравнивать все ветви до глубины вложения пять. Затем, тоже проделать и для первого игрока. Оба графа перемножим и получим граф клеточной матрицы, с глубиной вложения пять.

На этом простом примере видно, что реальная экономическая игровая задача может иметь глубину и 10 и 20, и более 20.

Вся теория Нэша построена на одной матрице. Наши простые примеры

показывают, нереальность моделирования экономики одной матрицей, и необходимость движения от Нэша к Л.С. Понтрягину.

Литература

1. Сатимов Н., Азамов А. Нелинейные дискретные игры убегания. Кибернетика. - Киев.1976. - №4.- С.79-74.
2. Азамов А.А. Основания теории дискретных игр. Ташкент: Niso Poligraf, 2011.
3. Якубаев К.Д. Игры с клеточными матрицами // <http://research-journal.org>: Международный научно-исследовательский журнал. - 2016. doi: 10.18454/IRJ.2016.47.020
4. Якубаев К.Д. Выделение причинного селектора из многозначного отображения. Рукопись депонирована в ВИНТИ, 1987. №620-B87. 18 с.

References

1. Satimov N., Azamov A. Nelinejnye diskretnye igrы ubeganiya. Kibernetika.- Kiev.1976. - №4.- S.79-74.
2. Azamov A.A. Osnovaniya teorii diskretnyh igr. Tashkent: Niso Poligraf, 2011.
3. Jaksubaev K.D. Igrы s kletochnymi matricami // <http://research-journal.org>: Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal. - 2016. doi: 10.18454/IRJ.2016.47.020
4. Jaksubaev K.D. Vydelenie prichinnogo selektora iz mnogoznachnogo otobrazheniya. Rukopis' deponirovana v VINITI, 1987. №620-V87. 18 s.

DOI: 10.18454/IRJ.2016.47.020

Якубаев К.Д.

Кандидат физико-математических наук,

Астраханский государственный архитектурно-строительный университет

ИГРЫ С КЛЕТОЧНЫМИ МАТРИЦАМИ

Аннотация

В статье рассматриваются игры с клеточными матрицами. Показано, что в соответствии с идеологией академика Л.С. Понтрягина примененной им в теории дифференциальных игр матричные игры с разным порядком ходов нужно считать различными играми.

В работе игра в чистых стратегиях с клеточной матрицей сведена к игре на графе. Причем играм с различным порядком ходов, но с одной и той же матрицей, будут соответствовать разные графы и разный порядок развертывания клеточной матрицы в граф.

Показано, что теорема Неймана о существовании седловой точки для смешанной игры с клеточной матрицей с произвольной глубиной вложения матриц-клеток тоже верна.

Ключевые слова: клеточные матрицы, теория игр, цена игры.

Yaksubaev K.D.

PhD in Physics and Mathematics, Russian State Astrakhan University of Architecture and Building

GAME WITH CELLULAR MATRICES

Abstract

The article discusses the game with the cell matrices shows that in accordance with the ideology of academician L.S. Pontryagin applied in the theory of differential games matrix games with different order of moves should be considered different games.

In the game in pure strategies with the cell matrix is reduced to a game on a graph. Moreover, the games with different order of moves, but with the same matrix, will correspond to different columns and different order of deployment of the cellular matrix into a graph.

It is shown that the Neumann theorem on the existence of saddle points for game mixed with cellular matrix with an arbitrary nesting depth of matrix cells is also true.

Keywords: cell matrix, game theory, price of the game.

Матричные игры обобщались в разных направлениях [1]. Одно из возможных обобщений матричных игр это игры с клеточными матрицами.

Клеточными матрицами называются матрицы вида:

$$A = \begin{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 5 & 2 \\ 3 & 2 & 4 \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} 3 & 6 & 1 & 3 \\ 1 & 2 & 9 & 5 \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} 5 & 2 \\ 1 & 6 \end{pmatrix} \\ \begin{pmatrix} 2 & 1 & 7 \\ 8 & 3 & 5 \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} 4 & 1 & 2 & 8 \\ 7 & 3 & 4 & 6 \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} 4 & 8 \\ 5 & 2 \end{pmatrix} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} A11 & A12 & A13 \\ A21 & A22 & A23 \end{pmatrix},$$

где $A11 = \begin{pmatrix} 1 & 5 & 2 \\ 3 & 2 & 4 \end{pmatrix}$, $A12 = \begin{pmatrix} 3 & 6 & 1 & 3 \\ 1 & 2 & 9 & 5 \end{pmatrix}$, $A13 = \begin{pmatrix} 5 & 2 \\ 1 & 6 \end{pmatrix}$

$$A21 = \begin{pmatrix} 2 & 1 & 7 \\ 8 & 3 & 5 \end{pmatrix}, A22 = \begin{pmatrix} 4 & 1 & 2 & 8 \\ 7 & 3 & 4 & 6 \end{pmatrix}, A23 = \begin{pmatrix} 4 & 8 \\ 5 & 2 \end{pmatrix}.$$

Матрица $\tilde{A} = \begin{pmatrix} A11 & A12 & A13 \\ A21 & A22 & A23 \end{pmatrix}$, называется фактор-матрицей. Она состоит из имен матриц-клеток.

Описание игры в чистых стратегиях.

Игроки. Играют два игрока: Р и Q. Игрок Р это первый игрок, а Q это второй игрок.

Платежная матрица. Платежная матрица является матрицей выигрыша первого игрока, и одновременно матрицей проигрыша второго игрока.

Цель игры. Первый игрок стремится максимизировать выигрыш, а второй игрок стремится минимизировать проигрыш.

Стратегии. Игрок Р выбирает строки, а игрок Q выбирает столбцы.

Ход игры. Игра длится два хода.

Первый ход: игра сначала ведется на фактор-матрице. В результате игры будет выбрана конкретная матрица-клетка.

Второй ход. Игра продолжается на выбранной матрице-клетке. Выбор столбца или строки называется полуходом.

Порядок ходов и тип игры.

Тип игры обозначается $TG=1212$, или TG^{1212} . В игре этого типа игрок Р ходит дважды первым, а игрок Q дважды вторым. Всего возможны четыре варианта игры.

Тип игры	Игрок Р	Игрок Q	Цена игры
TG^{1212}	Первый, первый	Второй, второй	V^{1212}
TG^{1221}	Первый, второй	Второй, первый	V^{1221}
TG^{2112}	Второй, первый	Первый, второй	V^{2112}
TG^{2121}	Второй, второй	Первый, первый	V^{2121}

Решение игры типа TG^{1212} в чистых стратегиях.

Сначала игра ведется на каждой клетке-матрице отдельно. В результате шести отдельных игр получаем новую платежную матрицу:

$$\tilde{A} = \begin{pmatrix} 2 & 1 & 2 \\ 3 & 3 & 4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} V_{11} & V_{12} & V_{13} \\ V_{21} & V_{22} & V_{23} \end{pmatrix}$$

На втором ходе получаем искомую цену игры: $V^{1212} = 3$. Можно видеть, что выполняются неравенства: $V^{1212} \leq V^{1221}$, $V^{2112} \leq V^{2121}$. Для клеточной матрицы с глубиной вложения матриц-клеток равной n, мы будем иметь 2^n различных игр.

Решение игры с клеточной матрицей в чистых стратегиях с помощью графов

Приведем решение игры с клеточной матрицей:

$$A = \begin{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 5 \\ 9 & 2 \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} 4 & 8 \\ 7 & 3 \end{pmatrix} \\ \begin{pmatrix} 3 & 4 \\ 6 & 7 \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} 2 & 6 \\ 1 & 8 \end{pmatrix} \end{pmatrix}$$

Тип игры: $TG1212$. Игра ведется в два хода. Оба раза первый игрок ходит первым, а второй игрок ходит вторым.

Принципы изображения графов.

При построении графа нужно соблюдать три правила: правило цветов, правило толщины ребер, правило кружочков.

Правило цветов. Ребра первого игрока изображаются всегда черным цветом. А ребра второго игрока розовым цветом.

Правило толщины ребер. Ребра первого игрока толще, чем ребра второго игрока.

Правило кружочков. Все кружочки, располагающиеся на одной горизонтали, должны быть идентичными.

Принципы развертывания клеточной матрицы в граф.

Развертывание клеточной матрицы происходит в два хода. На первом ходе развертывается фактор-матрица по строкам. На втором ходе развертываются все матрицы-клетки и тоже построчно.

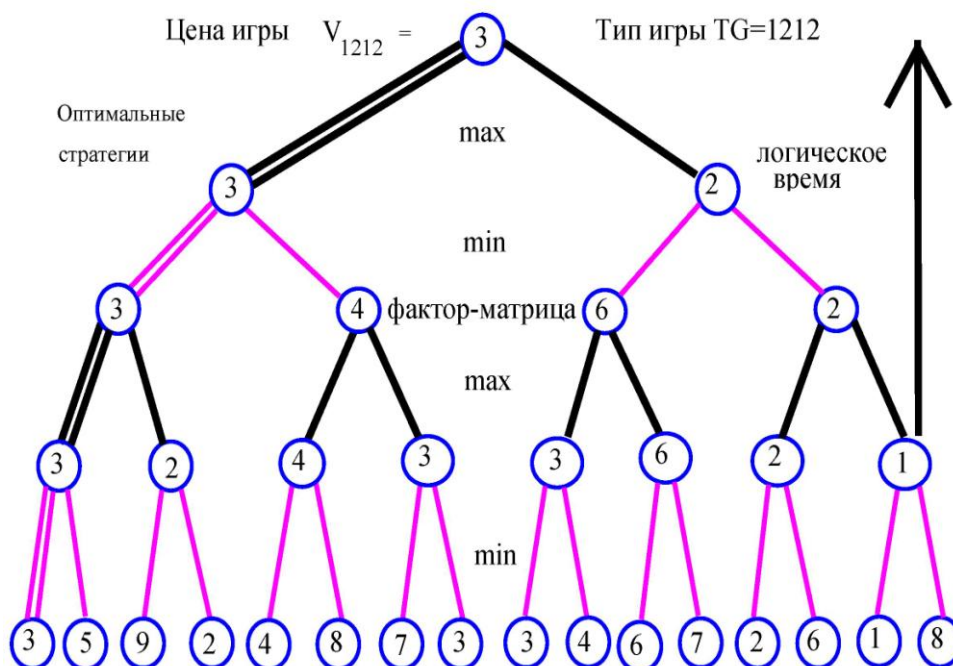
Решение игры в чистых стратегиях. Для решения игры нужно следовать следующему принципу заполнения пустых кружочков графа.

Пустые кружочки графа заполняются при движении снизу вверх. При заполнении пустых кружочков применяется два оператора MAX, MIN. На ребрах нужно указывать операции MAX, MIN. Тогда число в вершине графа и будет искомой ценой игры.

Принципы изображения оптимальных полуходов игроков.

Оптимальные полуходы игроков изображаются двойными ребрами.

Логический граф игры с типом TG=1212 таков:



Решение клеточной игры в смешанных стратегиях

Игра с клеточной матрицей в смешанных стратегиях при глубине вложения матриц-клеток равной двум это игра с двойным розыгрышем. Сначала разыгрываются сами строки и столбцы фактор - матрицы. В результате этого розыгрыша выпадает, какая то матрица-клетка клеточной матрицы. Затем на выпавшей матрице-клетке разыгрываются строки и столбцы. Таким образом, мы видим, что игра с клеточными матрицами в смешанных стратегиях рассчитывается по формуле полной вероятности.

В этой игре определяются два типа вероятностей. Первый тип вероятностей это вероятности выбора и строк и столбцов для фактор - матрицы. Второй тип вероятностей это условные вероятности выбора строк и столбцов для каждой матрицы-клетки клеточной матрицы.

Порядок решения матричной игры в смешанных стратегиях для клеточных матриц таков. Сначала смешанная игра ведется на каждой матрице-клетке отдельно. Этим мы определяем цену смешанной игры на каждой такой матрице-клетке. А так же определяем вероятности выбора строк и столбцов на каждой матрице-клетке.

Затем подставляя цены смешанных игр в фактор - матрицу, мы получаем фактор - матрицу в численной форме. На этой фактор - матрице снова разыгрывается смешанная игра. Решая ее, мы получаем окончательное значение цены игры для исходной клеточной игры. И одновременно получаем вероятности выбора строк и столбцов фактор - матрицы. В итоге получаем теорему.

Теорема. Смешанная игра с клеточной матрицей всегда имеет седловую точку.

Таким образом, теорема Неймана о совпадении нижней и верхней цены игр, то есть о совпадении минимакса и максимина для смешанной игры с клеточными матрицами тоже верна.

Безусловно, теорема верна и для клеточных матриц с произвольной глубиной вложения матриц-клеток. Мы приводим теорему на клеточных матрицах с глубиной вложения равной двум, ради простоты изложения материала.

Если мы у матриц-клеток уберем матричные скобки, то получим одну большую матрицу:

$$\left(\begin{pmatrix} 12 & 5 \\ 9 & 2 \\ 5 & 4 \\ 11 & 7 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 4 & 8 \\ 7 & 2 \\ 2 & 6 \\ 6 & 9 \end{pmatrix} \right) \rightarrow \begin{pmatrix} 12 & 5 & 4 & 8 \\ 9 & 2 & 7 & 2 \\ 5 & 4 & 2 & 6 \\ 11 & 7 & 6 & 9 \end{pmatrix}$$

В общем случае цены игр со смешанными стратегиями у этих двух матриц не совпадут, то есть игры в смешанных стратегиях для клеточных матриц есть имеют содержательный смысл.

Решение матричной игры в смешанных стратегиях методом Монте-Карло

При статистическом моделировании матричных игр со смешанными стратегиями нужно бросать случайные равномерно распределенные точки в область, задаваемую следующей системой неравенств и уравнений:

$$D = \left\{ p_1, p_2, p_3, \dots, p_{n-1}, p_n \left| \sum_{j=1}^n p_j = 1, p_j \geq 0, j = 1, 2, 3, \dots, n-1, n \right. \right\}$$

Это симплекс размерности $n-1$, расположенный в n -мерном пространстве. Сгенерировать случайные равномерно распределенные точки на множестве D можно следующим способом. Сначала генерируются $n-1$ случайных равномерно распределенных на отрезке $[0; 1]$ векторов: $p^1, p^2, p^3, \dots, p^{n-2}, p^{n-1}$ длиной N . Потом проверяется условие:

$$p_k^1 + p_k^2 + p_k^3 + \dots + p_k^{n-2} + p_k^{n-1} \leq 1, k = 1, 2, \dots, N.$$

Те индексы, которые не удовлетворяют этому условию, отбрасываются. После этого вектора снова перенумеровываются. Таким образом, мы получим, какое то количество случайных точек равномерно распределенных на симплексе размерности $n-2$. Затем по формуле

$p_k^n = 1 - (p_k^1 + p_k^2 + p_k^3 + \dots + p_k^{n-2} + p_k^{n-1})$ мы точки с симплекса размерности $n-2$ поднимаем на симплекс размерности $n-1$. Полученная последовательность точек будет случайной равномерно распределенной на симплексе D .

Вычислив значение целевой функции на сгенерированных случайных точках, мы получим новую платежную матрицу большого размера. Тем самым мы свели игру в смешанных стратегиях с маленькой исходной матрицей к матричной игре с седловой точкой в чистых стратегиях, но с матрицей большой размерности. Определив цену игры, и оптимальные строки и столбцы этой матрицы, мы тем самым найдем цену исходной игры в смешанных стратегиях, а также найдем и искомые вероятности.

Литература

1. Н.Н. Воробьев. Основы теории игр. – М., 1984. С. - 495 с.

References

1. N.N. Vorob'ev. Osnovy teorii igr. – M., 1984. S. - 495 s.



ПРИМЕР DOI:

10.18454/IRJ.2015.0001

Начиная с ноябрьского выпуска 2015 года /10 (41) Ноябрь 2015/, каждой статье, опубликованной в Международном научно-исследовательском журнале, редакция издания будет присваивать идентификатор цифрового объекта DOI:

- DOI облегчает процедуры цитирования, поиска и локализации научной публикации;
- DOI повышает авторитет журнала, а также свидетельствует о технологическом качестве издания;
- DOI является неотъемлемым атрибутом системы научной коммуникации за счет эффективного обеспечения процессов обмена научной информацией.

(Digital Object Identifier) — идентификатор цифрового объекта, стандарт обозначения представленной в сети информации.

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ / BIOLOGY

DOI: 10.18454/IRJ.2016.47.151

Важов С.В.¹, Бахтин Р.Ф.², Козил В.Н.³¹ORCID: 0000-0002-7447-3404; кандидат биологических наук, доцент;²ORCID: 0000-0002-4952-0336; кандидат биологических наук, доцент;³ORCID: 0000-0002-3198-7456; кандидат сельскохозяйственных наук, ст. преподаватель;

ФГБОУ ВО «Алтайский государственный гуманитарно-педагогический университет имени В.М. Шукшина»

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ ДИНАМИКИ УРОЖАЙНОСТИ *FAGOPYRUM ESCULENTUM* MOENCH. В ПРЕДГОРЬЯХ САЛАИРА**Аннотация**

Предгорья Салаира – важный земледельческий регион Алтайского края. Здесь производятся большие объемы зерна гречихи (*Fagopyrum esculentum* Moench.). Её посевы в 2015 г. занимали 19% посевных площадей культуры в регионе. Несмотря на благоприятные для гречихи почвенно-климатические условия в предгорьях Салаира ее урожайность в 2015 г. составила 0,77 т/га, что выше краевых показателей всего на 6%. Изучение динамики урожайности гречихи говорит о наличии резервов, заключающихся в соблюдении агроэкологических требований культуры при ее выращивании, что позволяет увеличить урожайность зерна до 2 т/га и более.

Ключевые слова: Алтайский край, предгорья Салаира, гречиха, агроэкология, динамика урожайности.

Vazhov S.V.¹, Bachtin R.F.², Kozil V.N.³¹ORCID: 0000-0002-7447-3404; PhD in Biology, Associate professor;²ORCID: 0000-0002-4952-0336; PhD in Biology, Associate professor;³ORCID: 0000-0002-3198-7456; PhD in Biology, senior lecturer

The Shukshin Altai State Humanities Pedagogical University

AGRO-ECOLOGICAL ASPECTS OF THE DYNAMICS YIELD *FAGOPYRUM ESCULENTUM* MOENCH. IN THE FOOTHILLS OF SALAIR**Abstract**

Of foothills Salair – an important agricultural Altai region. Large quantities of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench.) Here are produced her crops in 2015 occupied 19% of sown area of culture in the region. Despite favorable for buckwheat soil and climatic conditions in the foothills Salair its yield in 2015 was 0.77 t / ha, which is higher marginal rates by only 6%. Studying the dynamics of the yield of buckwheat indicates the presence of reserves is in compliance with the requirements of agri-environment culture in its cultivation, which allows to increase grain yields up to 2 tons / ha and more.

Keywords: Altai, foothills Salair, buckwheat, agroecology, the dynamics of productivity.

Рациональное использование почвенных ресурсов на Алтае предусматривает не только хозяйственную, но и экологическую оценку территории для обеспечения необходимой продуктивности сельскохозяйственных ландшафтов [1]. При агроэкологической оценке землепользования Алтайского края важно учитывать как почвенно-климатические показатели, с помощью которых возможно стабильное производство продукции растениеводства, так и рыночный спрос и возможный хозяйственный потенциал выращиваемых сельскохозяйственных культур [2].

Земледелие Алтайского края в целом недостаточно обеспечено ресурсами влаги и тепла, по природным зонам данные показатели сильно различаются. Поэтому земледелие должно базироваться на адаптированных к зональным условиям культурах, способных полностью реализовывать имеющийся природный потенциал, направленный на улучшение качества и увеличение количества урожая [3, 4]. К одной из них можно отнести гречиху посевную (*Fagopyrum esculentum* Moench.), достаточно распространённую в регионе [5]. Целью нашей работы была агроэкологическая оценка урожайности данной культуры в разрезе муниципальных районов предгорной территории Салаира.

Высокая урожайность гречихи на Алтае достигается только в оптимальных для её роста и развития условиях, определяемых агроэкологическими требованиями [2]: к теплу – относится к теплолюбивым культурам; к влаге – влаголюбивое растение; к почвам и реакции почвенного раствора – лучше всего произрастает на аэрируемых и близких к нейтральным плодородных почвах; к питательным веществам – по фазам своего роста и развития потребляет их в разном количестве, и более всего, в первую половину вегетационного периода. Исключение хотя бы одного из экологических факторов жизни растений на любом этапе вегетации сопровождается снижением урожайности.

Не менее значим в продукционном процессе гречихи комплекс агротехнических факторов и культура земледелия: рекомендуемое место в севообороте – после бобовых, озимых и пропашных; обработка почвы под посев должна быть направлена на уничтожение сорняков, выравнивание поверхности поля, рыхление посевного слоя. Посев гречихи необходимо проводить кондиционными семенами районированных в регионе сортов. Оптимальный срок посева должен исключать губительное воздействие весенних заморозков на всходы и предусматривать негативное влияние перепадов суточных температур в период формирования плодов. Лучшим сроком сева гречихи считается, когда 10–ти сантиметровый слой почвы прогреется до 12°C. Культура отрицательно реагирует на глубокую заделку семян, так как выносит семядоли при всходах на поверхность почвы.

Другие агротехнические приемы также зависят от факультальных особенностей зоны выращивания гречихи.

Уход за посевами направлен на защиту растений от сорняков, оптимизацию водного, воздушного и пищевого режимов, улучшение опыления цветущего стеблестоя.

Уборочные работы, а также послеуборочная подработка урожая, предусматривают получение зерна с необходимыми показателями сохранности и хорошими питательными и диетическими качествами.

Лесостепная природная зона предгорий Салаира приурочена к восточной части Алтайского края, является важной сельскохозяйственной территорией региона, исполняет роль крупного поставщика гречихи на рынки края и страны. Посевы гречихи в 2015 г. составляли здесь 170508 га, т.е. почти 20% региональных показателей [6]. Тем не менее, названные площади не производят достаточных объемов зерна гречихи. Это сдерживается низкой урожайностью, которая в последние годы составила 0,8 т/га и превышала средний краевой уровень только на 6%. Однако имеются реальные резервы роста урожайности гречихи, так как отдельные товаропроизводители стабильно получают в данной зоне 1,3 т/га зерна и более (ООО «Октябрьское», КФХ «Живица» и др.). Такая продуктивность гречихи значительно превосходит средние показатели региона и страны.

Природной особенностью Присалаирья является устойчивое и хорошее естественное увлажнение, однако оно в отдельные годы сопровождается дефицитом тепла. Несоответствие влаго- и тепло-обеспеченности территории способствует пестроте урожаев [7].

Почвы предгорий Салаира в большей степени представлены чернозёмами, в меньшей – тёмно-серыми лесными. Территория природной зоны имеет сложный расчленённый рельеф, который в комплексе со снижающейся обесценностью из-за бессистемных и браконьерских рубок усугубляет водную эрозию, наносящую урон плодородию и экологической сбалансированности агроландшафтов. Недоучет этого фактора в агротехнике отрицательно сказывается на продуктивности гречихи.

Термический режим обсуждаемой территории, как было сказано выше, не всегда благоприятен для гречихи. Особенно губительными были заморозки (2009 г.), засуха и суховеи (2012 г.), или, наоборот, неблагоприятным для производственного процесса культуры был избыток влаги (2013 г.). Поэтому урожайность в перспективе может быть высокой и стабильной только при условии учета в агротехнике меняющегося теплового режима, прежде всего, за счет дифференциации сроков сева. Особую роль в формировании плодов гречихи играет относительная влажность воздуха, так как воздействует на интенсивность цветения и опыления растений.

Знание многолетней динамики урожайности гречихи в конкретной природной зоне является ключевым моментом в экономике растениеводства [8]. Не составляет исключения и лесостепная зона предгорий Салаира, в административном отношении представленная 13-ю муниципалитетами и двумя городскими округами (Бийск и Заринск) (табл. 1).

Таблица 1 – Урожайность гречихи в лесостепном природном районе предгорий Салаира, т/га (по данным Алтайкрайстата)

Район, город	Год									Средняя по годам
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	
Бийский	0,64	0,73	0,89	0,82	1,11	0,84	0,81	0,79	0,84	0,83
Ельцовский	0,61	0,67	1,03	0,86	0,74	0,70	0,86	0,85	0,78	0,79
Залесовский	0,94	0,70	0,62	0,65	0,73	0,62	0,45	0,76	0,63	0,68
Заринский	0,64	0,66	0,69	0,53	0,81	0,67	0,61	0,74	0,47	0,65
Зональный	0,57	0,89	1,50	1,03	1,32	0,85	1,25	1,02	1,02	1,05
Косихинский	0,87	1,10	1,08	0,81	1,06	0,96	0,98	1,19	0,84	0,99
Кытмановский	0,53	0,59	1,06	0,71	0,77	0,72	0,74	0,88	0,82	0,76
Первомайский	0,70	0,55	0,72	0,41	0,69	0,54	0,75	0,53	0,76	0,63
Солтонский	0,71	0,81	1,09	0,99	1,17	1,01	0,82	1,06	1,09	0,97
Тальменский	0,55	0,55	0,39	0,30	0,50	0,35	0,39	0,52	0,66	0,47
Тогульский	0,62	0,63	1,06	0,81	0,91	0,84	0,88	0,91	0,86	0,84
Троицкий	0,88	0,91	1,04	0,84	1,11	0,72	0,69	0,93	0,74	0,87
Целинный	0,69	0,77	1,08	0,71	0,88	0,70	0,76	0,96	0,88	0,83
Бийск	0,48	0,52	0,80	0,72	0,42	1,33	0,51	0,23	0,24	0,58
Заринск	-	-	0,71	0,26	-	-	-	-	-	0,49
Средняя	0,67	0,72	0,92	0,70	0,87	0,77	0,75	0,81	0,76	

За ряд лет (2007–2015 гг.) самые большие посевы гречихи были отмечены в 2014 г. – более 210,6 тыс. га [6]. Урожайность гречневого зерна с убранной площади в весе после доработки в Предсалаирье относительно стабильная. За 9-ти летний период в основных районах производства гречихи урожайность практически не изменялась и, как следствие, превосходила уровень 0,70 т/га, причем минимальные показатели имели место в Тальменском районе (0,47 т/га), а самые высокие – в Зональном (1,05 т/га).

Максимальный экономический эффект при выращивании гречихи может быть получен при определенном сочетании естественных биотических и абиотических факторов среды обитания растений, а также антропогенных агротехнических [9]. Примером этому служит успешный производственный опыт отдельных хозяйств. Многие годы в предгорьях Салаира получают высокие урожаи разных сортов гречихи: «ООО АгроРусь» – 1,36 т/га, СПК «К-3 им. Ленина» – 1,11 т/га, ПТ «Цалис и К» – 1,00 т/га, ИФХ «Галахов В.Г.» – 1,03 т/га.

В ряду причин низкой урожайности гречихи Присалаирской зоны отдельно значатся биоэкологические и связаны они с высокими требованиями культуры к среде обитания [10]. В отдельные годы по административным районам рассматриваемой территории динамика урожайности была достаточно контрастной. При среднем показателе в разрезе лет 0,76 т/га, урожайность менялась по зоне от 0,67 т/га (2007 г.) до 0,92 т/га (2009 г.) [6]. В территориальном аспекте обсуждаемый показатель варьировал еще больше: от 0,23 т/га (2014 г., Бийск) до 1,50 т/га (2009 г., Зональный район).

Отображенная на рисунке 1 урожайность гречихи в природном районе предгорий Салаира показывает, что в отдельных муниципалитетах она достаточно высокая [6]. Это связано с неплохой обеспеченностью гречихи агроэкологическими ресурсами, а также с эффективностью использования хорошего уровня технологических приемов. Данное обстоятельство объясняет высокую концентрацию посевных площадей гречихи в Предгорьях Салаира.

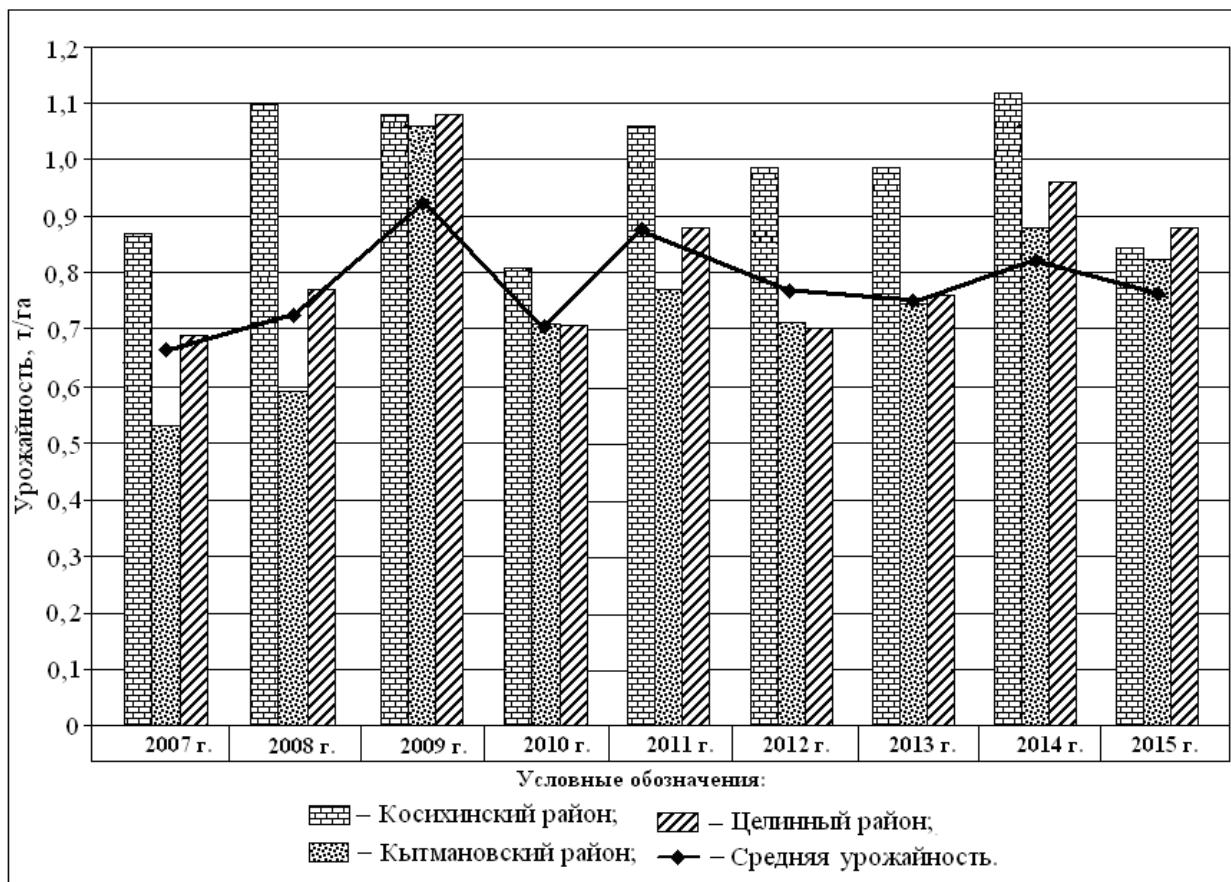


Рис. 1 – Динамика урожайности гречихи в отдельных муниципальных районах предгорий Салаира, т/га

Близкий к оптимальному уровень агротехники, адаптированный к природным особенностям предгорий Салаира, в перспективе способен поднять урожайность зерна. Стихийно возникающие случайные факторы могут нивелироваться агротехническими приемами и мало повлияют на выход растениеводческой продукции. В комплексе мер, снижающих негативные последствия природных и антропогенных явлений, важное место принадлежит технологической дисциплине [11]. Подбор отдельных элементов агротехники в соответствии с агроэкологическими условиями предгорий Салаира и биологическими требованиями культуры, позволит увеличить урожайность зерна гречихи до 2 т/га и более.

Литература

1. Лучникова Н.М., Рассыпнов В.А. Агроэкологическая оценка использования земельного фонда Алтайского Приобья // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2015. – № 2. – С. 26–30.
2. Важов В.М. Гречиха на полях Алтая: монография. – М.: Издательский дом Академии Естествознания, 2013. – 188 с.
3. Одинцев А.В. Технологические особенности возделывания гречихи в Бийско-Чумышской аграрной зоне Алтайского края // Успехи современного естествознания. – 2014. – № 1. – С. 56–60.
4. Важов В.М., Важов С.В., Важова Т.И. Резервы производства гречихи в Алтайском крае // Международный научно-исследовательский журнал. – 2016. – № 2. Часть 3. – С. 91–94. DOI: 10.18454/IRJ.2016.44.044
5. Важов В.М. Особенности почвенно-климатических ресурсов Алтая и география *Fagopirum eskulentum* Moench. // Успехи современного естествознания. – 2013. – № 1. – С. 174–177.
6. Информация Алтайкрайстата. – № 22-16/184 от 21.03.2016. – 2 с.
7. Олешко В.П., Яковлев В.В., Шукис Е.Р. Полевое кормопроизводство в Алтайском крае: состояние, проблемы и пути их решения: монография. – Барнаул: Изд-во «Азбука», 2005. – 319 с.
8. Важов В.М. Оценка приёмов агротехники гречихи в предгорьях Салаира // Успехи современного естествознания. – № 1. – 2013. – С. 163–165.
9. Важов В.М. Эффективность подкормок и опыления гречихи в Лесостепи Алтая // Земледелие. – 2013. – №1. – С. 35–36.
10. Важов В.М. Выращивание гречихи в Алтайском крае // Зерновое хозяйство России. – 2013. – № 3. – С. 49–52.
11. Важов В.М. Выращивание гречихи в лесостепи Алтая // Пчеловодство. – 2013. – №1. – С. 28–30.

References

1. Luchnikova N.M., Rassyipnov V.A. Agroekologicheskaya otsenka ispolzovaniya zemelnogo fonda Altayskogo Priobya // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2015. – # 2. – S. 26–30.
2. Vazhov V.M. Grechiha na polyah Altaya: monografiya. – M.: Izdatelskiy dom Akademii Estestvoznaniya, 2013. – 188 s.
3. Odintsev A.V. Tehnologicheskie osobennosti vzdelyivaniya grechihi v Biysko-Chumyishskoy agrarnoy zone Altayskogo kraya // Uspehi sovremennogo estestvoznaniya. – 2014. – # 1. – S. 56–60.
4. Vazhov V.M., Vazhov S.V., Vazhova T.I. Rezervyi proizvodstva grechihi v Altayskom krae // Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal. – 2016. – # 2. Chast 3. – S. 91–94. DOI: 10.18454/IRJ.2016.44.044
5. Vazhov V.M. Osobennosti pochvenno-klimaticheskikh resursov Altaya i geografiya *Fagopirum eskulentum* Moench. // Uspehi sovremennogo estestvoznaniya. – 2013. – # 1. – S. 174–177.
6. Informatsiya Altaykrajstata. – # 22-16/184 ot 21.03.2016. – 2 s.
7. Oleshko V.P., Yakovlev V.V., Shukis E.R. Polevoe kormoproizvodstvo v Altayskom krae: sostoyanie, problemy i puti ih resheniya: monografiya. – Barnaul: Izd-vo «Azбука», 2005. – 319 s.
8. Vazhov V.M. Otsenka priyomov agrotehniki grechihi v predgoryah Salaira // Uspehi sovremennogo estestvoznaniya. – # 1. – 2013. – S. 163–165.
9. Vazhov V.M. Effektivnost podkormok i opyleniya grechihi v Lesostepi Altaya // Zemledelie. – 2013. – # 1. – S. 35–36.
10. Vazhov V.M. Vyirashivaniye grechihi v Altayskom krae // Zernovoe hozyaystvo Rossii. – 2013. – # 3. – S. 49–52.
11. Vazhov V.M. Vyirashivaniye grechihi v lesostepi Altaya // Pchelovodstvo. – 2013. – # 1. – S. 28–30.

DOI: 10.18454/IRJ.2016.47.150

Горошко А.А.¹, Вайс А.А.², Якунин М.А.³, Амельков А.А.⁴, Ушаков А.С.⁵, Седембиль Ш.А.⁶¹Аспирант, Сибирский государственный технологический университет;²ORCID: 0000-0003-4965-3670, Профессор, доктор сельскохозяйственных наук,

Сибирский государственный технологический университет;

^{3, 4, 5, 6}Бакалавры, Сибирский государственный технологический университет.

ВЫБОР КРИТЕРИЯ ДЛЯ РАЗДЕЛЕНИЯ ДЕРЕВЬЕВ ПО ФОРМЕ ПОПЕРЕЧНОГО СЕЧЕНИЯ СТВОЛА

Аннотация

Форма поперечного сечения ствола - малоизученный показатель, который отражает влияние природных условий на отдельное дерево и древостой в целом. В процессе определения формы возникает проблема выбора надежного критерия, характеризующего среднюю форму сечения для насаждения. Преобразованные исходные данные характеризуются выраженной правосторонней асимметрией, что затрудняет выбор такого критерия. В этом случае рекомендуется использовать среднее квадратическое отклонение как наиболее приемлемый и оптимальный показатель.

Ключевые слова: форма, поперечное сечение, критерий, диаметр.

Goroshko A.A.¹, Vajs A.A.², Jakunin M.A.³, Amel'kov A.A.⁴, Ushakov A.S.⁵, Sedembil' Sh.A.⁶¹Postgraduate student, Siberian State Technological University²ORCID: 0000-0003-4965-3670, Professor, PhD in Agriculture, Siberian State Technological University^{3, 4, 5, 6}Bachelors, Siberian State Technological University

SELECTION CRITERIA FOR THE SEPARATION OF TREES IN THE FORM OF CROSS-SECTION BARREL

Abstract

The sectional shape of the trunk - poorly known indicator, which reflects the impact of the natural environment on a single tree and forest stand as a whole. In the process of determining the shape of a problem choosing a reliable criterion that characterizes the average cross section shape for planting. The converted original data are characterized by a pronounced right-sided asymmetry, which complicates the choice of such a criterion. In this case, it is recommended to use the standard deviation as the most acceptable and optimal performance.

Keywords: shape cross-section, the criterion, diameter.

Форма поперечного сечения дерева, особенно на высоте 1,3 м, может существенно влиять на определение объема ствола и запаса насаждения.

В учебнике по лесной таксации М.М. Орлов [2] указывал на факторы, оказывающие влияние на форму поперечного сечения ствола дерева:

- древесная порода;
- возраст;
- часть дерева, для которого взято сечение;
- условия произрастания.

Для определения площади поперечного сечения используются две геометрические формулы: эллипс и круг. Эллипсовидная форма позволяет более точно определить площадь сечения, но и требует более сложных измерений. Для достижения наиболее точного результата площадь сечения необходимо вычислять по максимальному и минимальному диаметру по формуле эллипса.

Так же, при измерении диаметров растущих деревьев, кора будет оказывать влияние на определение формы и площади поперечного сечения. Толщина коры неодинакова у деревьев разных пород, а в пределах породы у деревьев разного возраста. Профессор В.Я. Добровлянский [3] указывал, что при определении поперечных сечений нижней части ствола по формулам круга и эллипса погрешность расчета возрастает с увеличением толщины коры. У деревьев с тонкой корой это преувеличение в среднем равно 1%, с толстой корой - 2-3%, с очень толстой - 4-5%. При

определении площадей окоренных стволов формулы круга и эллипса дают для любого сечения по всей высоте ствола преувеличение на 0,5-1%.

Форма поперечного сечения ствола это фактор, отражающий воздействие природных условий на дерево. Данное исследование проводилось на основе 13 пробных площадей заложенных на территории заповедника «Столбы» Красноярского края. На каждой пробной площади были измерены диаметры у 100-150 деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*). Для определения формы ствола замеры диаметров производились по сторонам света (с севера на юг, с запада на восток, с северо-запада на юго-восток и с северо-востока на юго-запад). Итого было сделано 4 замера у каждого дерева сосны. Измерения выполнялись с ошибкой до 0,1 см, точность опыта не превышала 5 %.

Измеренные диаметры сами по себе не позволяют оценить форму ствола. Для этого использовались абсолютные отклонения от среднего диаметра. Чтобы исключить влияние абсолютных значений размеров деревьев на определение формы, было решено выразить отклонения в процентах от среднего диаметра, который определялся как средний по четырем сторонам (формула 1). Пример расчета представлен в таблице 1.

$$\Delta x = \left| \frac{(x_i - \bar{x}) \cdot 100\%}{\bar{x}} \right|, \quad (1)$$

где Δx – отклонения, %;

x_i – диаметр, см;

\bar{x} – средний диаметр, см.

Таблица 1 – Пример расчета отклонений

№ дерева	Диаметр, см				Средний диаметр, см	Отклонения, %			
	С-Ю	З-В	СЗ-ЮВ	СВ-ЮЗ		С-Ю	З-В	СЗ-ЮВ	СВ-ЮЗ
1	41,4	49,3	45,8	45,7	45,6	9,11	8,23	0,55	0,33
2	33	33,5	32	34,3	33,2	0,60	0,90	3,61	3,31
3	38,3	38,5	37,9	37,5	38,1	0,66	1,18	0,39	1,45
4	43	41,8	41,6	44,9	42,8	0,41	2,39	2,86	4,85

Полученные результаты по четырем сторонам для каждого дерева позволяют судить о форме поперечного сечения ствола. Соответственно, чем больше отклонение, тем более неправильную форму сечения имеет ствол. Исследуя множества деревьев на участке, произрастающих в одинаковых лесорастительных условиях, можно судить о наиболее типичной форме ствола для данной местности и в дальнейшем определить факторы влияния. Описательная статистика по отклонениям для исследуемых участков леса приведена в таблице 2.

Таблица 2 – Описательная статистика для исследуемых участков леса

Показатель	Номера участков						
	1	2	3	4	6	7	8
Среднее	2,17	2,06	2,47	2,76	1,99	2,94	2,41
Стандартная ошибка	0,09	0,07	0,11	0,10	0,08	0,13	0,11
Медиана	1,78	1,72	2,08	2,11	1,55	2,13	1,82
Мода	1,95	1,05	2,08	0,00	0,00	0,00	0,00
Стандартное отклонение	1,83	1,48	1,95	2,25	1,72	2,62	2,20
Экссесс	5,09	0,71	1,64	1,19	7,91	2,93	7,21
Асимметричность	1,71	0,95	1,24	1,17	1,96	1,59	2,04
Минимум	0,00	0,00	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00
Максимум	12,74	7,59	11,45	11,76	14,84	14,55	16,38
Счет	460	432	304	488	420	424	416

Продолжение таблицы 2

Показатель	Номера участков					
	9	10	11	12	13	14
Среднее	2,82	2,44	2,50	2,85	2,23	2,76
Стандартная ошибка	0,10	0,09	0,09	0,11	0,09	0,11
Медиана	2,35	1,94	2,09	2,37	1,78	2,28
Мода	3,27	0,78	0,00	0,66	1,51	0,00
Стандартное отклонение	2,06	2,04	1,87	2,23	1,80	2,23
Экссесс	1,02	2,95	1,45	2,37	3,07	2,75
Асимметричность	1,00	1,56	1,11	1,23	1,42	1,37
Минимум	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Максимум	11,66	12,08	11,72	15,41	12,12	14,34
Счет	428	484	404	452	396	416

Из таблицы 2 видно, что среднее значение выборки по всем участкам изменяется от 1,99 до 2,85 %. Асимметричность колеблется от 0,95 до 2,04, эксцесс от 0,71 до 7,91. Оба показателя больше нуля, значит, распределение имеет правостороннюю асимметрию и выраженную эксцессивность[1]. Исходя из этого, можно утверждать, что оно не соответствует закону нормального распределения. Гистограмма изменения среднеквадратической величины (отклонений) представлена на рисунке 1.

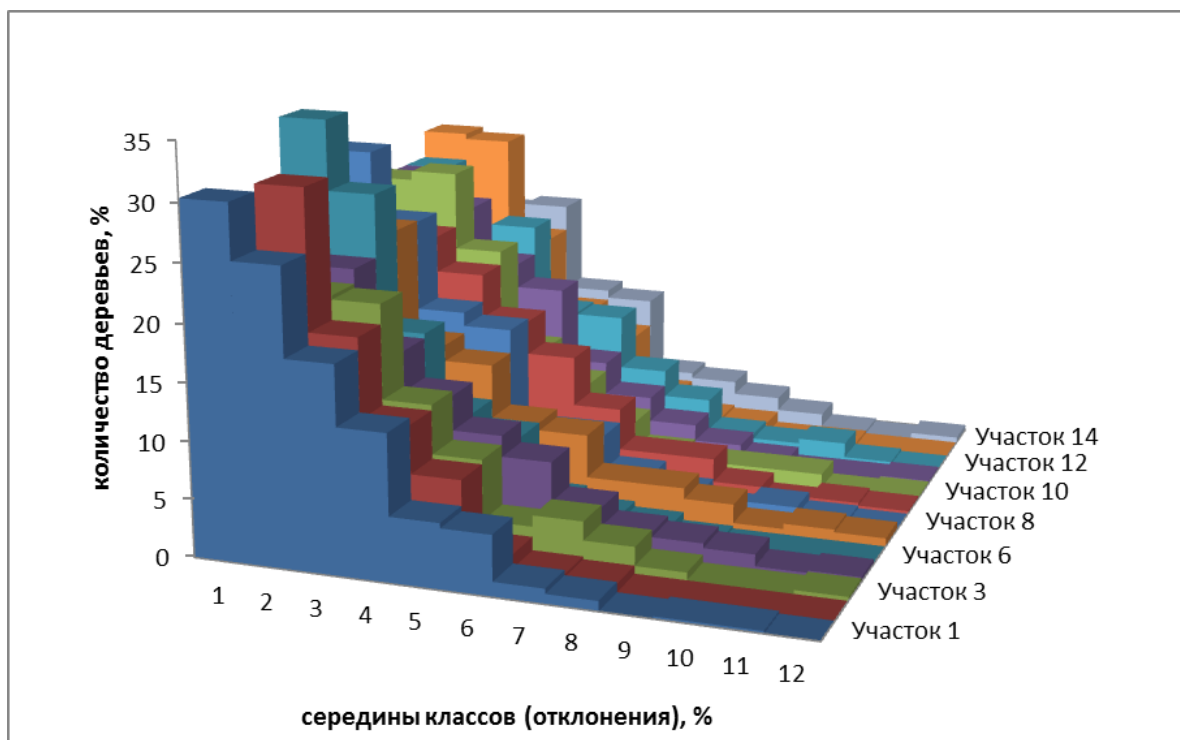


Рис.1 – Распределение среднеквадратической величины

На следующем этапе решается задача выявления показателя, характеризующего распределение на каждом участке. Среднее значение обладает наибольшей устойчивостью. Но в данном случае мы имеем дело со случайными величинами, имеющими распределение с выраженной правосторонней асимметрией. Поэтому возможно применение разных видов средних. Исходя из этого, по каждому участку было рассчитано несколько видов средних величин (арифметическое, квадратическое, геометрическое и медиана), их расчеты представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Средние величины

Виды средних	Номера участков						
	1	2	3	4	6	7	8
Среднее арифметическое	2,17	2,06	2,47	2,76	1,99	2,94	2,41
Среднее квадратическое	2,84	2,53	3,14	3,56	2,63	3,94	3,26
Среднее геометрическое	1,20	1,24	1,70	1,36	0,91	1,52	0,80
Медиана	1,78	1,72	2,08	2,11	1,55	2,13	1,82

Продолжение таблицы 3

Виды средних	Номера участков					
	9	10	11	12	13	14
Среднее арифметическое	2,25	1,76	1,27	1,90	1,47	1,89
Среднее квадратическое	2,31	2,18	1,59	2,36	1,91	2,27
Среднее геометрическое	2,19	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01
Медиана	2,08	1,74	1,23	1,82	1,31	2,04

Как видно из таблицы 3 для всех средних соблюдается свойство мажорантности (среднее квадратическое > среднее арифметическое > среднее геометрическое). На всех участках медиана меньше среднего арифметического, что подтверждает гипотезу о правосторонней асимметрии.

Для характеристики формы деревьев в насаждении нами был выбран критерий - среднее квадратическое значение (формула 2).

$$\bar{x} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n x_i^2}{n}}, \quad (2)$$

где \bar{x} – среднее квадратическое, %;

x_i – отклонение, %;

n – объем выборки, шт.

Среднее квадратическое по всем участкам составило 3,2 %. Отклонения, возведенные во вторую степень, сглаживают резкую правостороннюю асимметрию. Кроме того, необходимо руководствоваться физическим смыслом средней величины. Средние значения рассчитываются по отклонениям, таким образом, для дерева диаметром 30 см 3% будут составлять 0,9 см, а для 60 см – 2 см. Меньшие средние величины будут отражать слишком незначительные изменения диаметра.

Заключение.

- При выборе среднего для характеристики асимметричных распределений целесообразно использовать среднее квадратическое значение.
- Отклонения, возведенные в квадрат, делают распределение менее асимметричным. Учитывая физический смысл, средняя квадратическая величина является оптимальным критерием для определения формы сечения ствола.
- Результаты исследований позволили считать величину **3 %** оптимальным критерием различия при разделении деревьев по форме поперечного сечения на высоте 1,3 м (округлая, эллипсовидная, неправильная).

Литература

1. Мятлев В.Д. и др. Теория вероятностей и математическая статистика. Математические модели / В.Д. Мятлев, Л.А. Панченко, Г.Ю. Ризниченко, А.Т. Терехин. – М.: Издательство Академия, 2009. – 320 с.
2. Орлов, М.М. Лесная таксация: 3-е изд / М.М. Орлов. - Ленинград: Лесное хоз-во и лесн. пром-ть. - 1929. - 532 с.
3. Добровлянский, В.Я. К вопросу об определении объема срубленных деревьев / В.Я. Добровлянский // Известия лесного института. - В.13. - 1915. - с. 24-30.

References

1. Myatlev V.D. i dr. Teoriya veroyatnostej i matematicheskaya statistika. Matematicheskie modeli / V.D. Myatlev, L.A. Panchenko, G.Yu Riznichenko, A.T. Terexin. – M.: Izdatel'stvo Akademiiya, 2009. – 320 s.
2. Orlov, M.M. Lesnaya taksaciya: 3-e izd / M.M. Orlov. - Leningrad: Lesnoe xoz-vo i lesn. prom-t'. - 1929. - 532 s.
3. Dobrovlyanskij, V.Ya. K voprosu ob opredelenii ob"ema srublennyx derev'ev / V.Ya. Dobrovlyanskij // Izvestiya lesnogo instituta. - V.13. - 1915. - s. 24-30.

DOI: 10.18454/IRJ.2016.47.194

Гребнева Н.Н.¹, Смирнова М.В.²¹Доктор биологических наук, профессор, ²старший преподаватель,
ФГБОУ ВО «Тюменский государственный университет»

Кафедра дефектологии и возрастной физиологии

Работа выполнена за счет средств автора в рамках инициативной НИР

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ФИЗИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ДЕТЕЙ В УСЛОВИЯХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ
ЗА 12-ЛЕТНИЙ ПЕРИОД****Аннотация**

В статье представлены результаты сравнительной оценки физического развития детей 7-8 лет за 12-летний период времени (1999-2012). Выявлено резкое снижение числа детей со средним (нормальным) уровнем физического развития и его дисгармоничность, обусловленная, преимущественно, избытком массы тела. Повышение массы тела зависит от половой принадлежности: показатели девочек в 2 раза превышают таковые у мальчиков. Предполагается, что на снижение физического развития современных детей 7-8 лет оказывают влияние неполноценность и нерациональность питания, снижение двигательной активности, в том числе в связи с началом систематического школьного обучения.

Ключевые слова: дети, физическое развитие, двигательная активность.

Grebneva N.N.¹, Smirnova M.V.²¹PhD in Biology, Professor, ²senior lecturer,

Tyumen State University

**EVALUATION OF PHYSICAL DEVELOPMENT DYNAMICS
IN MODERN CHILDREN 7-8 YEARS OF AGE****Abstract**

The article contains the results of comparative evaluation of children's physical development level (7-8 years old) over a twelve-year period (1999-2012). The study revealed drastic decrease in the number of children with average (normal) level of physical development and its disharmony, which is mainly caused by excessive body weight. Increase in body weight depends on the sex: the indicators among girls are twice as high as same indicators for boys. It is assumed that decrease in physical development level of modern children 7-8 years of age is caused by nutritional inferiority, irrational nutrition and decline in physical activity, particularly due to the start formal schooling.

Keywords: children, physical development, physical activity.

Harmonious physical development is the most important criteria in children's health status assessment. It reflects preservation of genetically determined ways of development and its deviation in either direction. Regular tracking of physical development trends is vitally important for prenatal diagnostics. Comparison of findings for people of the same age but from different generations reveals uneven pace of development: either its acceleration or its deceleration (retardation). Over the last 100 years, until the early 1990s, different domestic [3-6; 8; 9] and foreign scientists [10, 11] were widely noting acceleration of physical development of children and adolescents. In foreign literature the terms "secular trend" and "epochal change" are widely used; they are characterized by a complex combination of interrelated phenomena. It is not only acceleration in children's and adolescents' development and maturation, but also changes in development of adults (body weight increase, prolongation of reproductive period, preservation of working capacity in older age, prolongation of life etc.). At the same time, the majority of authors associate acceleration with increase of basic anthropometric dimensions – height and weight, chest circumference, i.e. basic physical development parameters.

The aim of this study is comparative assessment of physical development level (basic body dimensions) in children 7-8 years of age over a twelve-year period, in living conditions of the middle part of West Siberia. In order to achieve the objective the following tasks were set:

- define main parameters of physical development of modern children 7-8 years of age (based on the data of Tyumen city);
- conduct comparative analysis of the collected data with the findings from 12 years ago for Tyumen children of the same age;
- evaluate the level of physical development of modern children 7-8 years of age.

The study was carried out based on the data obtained from two secondary general schools, which have identical curriculums and are located no more than 200 meters apart. Two hundred and fourteen children were examined, 116 boys and 98 girls. Examination was conducted in spring. All measurements were taken in morning time, in quiet environment, after an intensive training. The anthropometric measurements of basic body dimensions were taken for the purpose of evaluation of physical development level: height, weight, chest circumference.

Anthropometric measurements were made with an anthropometer, in accordance with the guidelines from the Research Institute of Anthropology of Moscow State University and recommendations of V.V. Bunak and V.G. Vlastovskiy [1; 2; 7]. Chest circumference was measured at inhalation and exhalation, with subsequent measurement of lungs excursion and anthropometric indices. The following indices were calculated: the weight-for-height, or the Rohrer Index, the Pignet Index and the Vervek-Vorontsov Index. The Rohrer Index is used as a group weight-for-height index of dolichomorphism and brachymorphism; the Pignet Index allows defining a somatotype, and the Vervek-Vorontsov index indicates the pace of growing.

Individual evaluation of each child physical development level was conducted using the standard deviations method (σ), according to the following scale:

1. Average level: the indicators deviate within the limits of $M-1\sigma$ to $M+1\sigma$;
2. Above average: within the limits of $M+1,1\sigma$ to $M+2\sigma$;
3. High: within the limits of $M+2,1\sigma$ and higher;
4. Below average: within the limits of $M-1,1\sigma$ to $M-2\sigma$;
5. Low: within the limits of $M-2,1\sigma$ and more.

Morphological and functional parameters of children's bodies were measured on a three-point scale [11; 12]. Distribution of the main anthropometric parameters by sigma range is presented in Table 1

Table 1 – Distribution of the main anthropometric parameters in children 7-8 years of age by sigma range, %

parameter \ values	low		below average		average		above average		high	
	less than $M-2\sigma$		$M-2\sigma$ to $M-1\sigma$		$M\pm\sigma$		$M+2\sigma$ to $M+1\sigma$		more than $M+2\sigma$	
year	1999	2012	1999	2012	1999	2012	1999	2012	1999	2012
Boys										
n	56	116	56	116	56	116	56	116	56	116
stature	0	0	10,3	30,9	71,8	45,6	15,4	19,1	2,6	4,4
weight	0	0	10,3	25	74,3	41,2	7,7	20,6	7,7	13,2
chest circumference	2,6	1,5	7,7	8,8	74,4	51,5	10,3	26,5	2,1	11,8
Girls										
n	47	98	47	98	47	98	47	98	47	98
stature	2,8	5,08	11,1	22,0	69,4	49,5	16,7	20,3	0	3,4
weight	0	3,4	5,6	20,3	78,5	62,7	5,6	11,9	10,3	1,7
chest circumference	0	1,69	5,6	23,7	91,7	54,2	0	18,6	2,8	1,7

Note: year 1999 – data by Zagaynova A.B.; year 2012 – own data.

A state characterized by weight and chest circumference corresponding with stature of a child or deviating within 1 or more sigma of regression (due to muscular development) is considered harmonious. Disharmonious state is described by weight and stature values being less than reference values by $1,1-2\sigma$; or exceeding the reference values by $1,1-2\sigma$ due to excessive fat deposition. A state considered rather disharmonious is the one described by weight and chest circumference values being less than reference values by $2,1\sigma$ and more; or when these values exceed the reference values by $2,1\sigma$. Three groups of physical development were defined based on this evaluation:

1. Normal physical development group – average, increased or reduced stature and harmonious correspondence of stature and weight.
2. Physical development risk group – short and tall stature and harmonious development; or disharmonious development caused by either body mass deficit or excess.
3. Group with physical development deviations – either very short or very tall stature at any body weight; rather disharmonious growth caused by body weight excess at any stature; rather disharmonious growth caused by body weight deficit at any stature.

Distribution of children by physical development groups is presented in Table 2.

Table 2 – Distribution of children 7-8 years of age by physical development groups, %

Year	Sex	n	Physical development groups		
			Average (normal)	Risk group	Deviation group
1999	B	56	71,2	25,2	3,6
2012	B	116	25,0	60,3	14,7
1999	G	47	93,7	6,3	-
2012	G	98	33,9	52,5	13,6

Note: year 1999 – data by Zagaynova A.B.; year 2012 – own data.

As shown in the table, over the last twelve years the number of children with normal physical development reduced significantly: from 71,2% to 25% for boys, and from 93,7% to 33,9% for girls. Accordingly, the number of children in the risk group increased by 2,4 times among boys by year 2012, and by 8,3 times among girls. The group with physical development deviations, by year 2012, consisted of by 14,7% against 3,6% in 1999 for boys, and 13,6% for girls. At the same time, twelve years ago there were no deviations registered in children of this age.

As a result of comparative analysis of the data it has been identified that disharmony of growth is predominantly conditioned by body weight excess and insignificant increase of chest circumference, while stature values remain the same, presumably, due to excessive fat deposition (table 3).

Thus, no drastic difference was found in the stature values depending on either the year of study (1999 and 2012), or the sex of children 7-8 years of age.

Table 3 – Dynamics of physical development indices of children 7-8 years over a twelve-year period (M±m, σ)

Sex	Boys				Girls			
Year	1999		2012		1999		2012	
n	56		116		47		98	
	M ± m	σ	M ± m	σ	M ± m	σ	M ± m	σ
Stature	126,6±0,7	5,2	127±0,5	5,7	126,9±0,7	4,8	126,5±0,5	5,3
body weight	24,7±0,5	3,5	26,2±0,5*	5,3	22,9±0,5	3,4	25,9±0,5*	4,9
chest circumference	62,5±0,4	3,2	63,0±0,7	5,7	60,5±0,5	3,4	61,6±0,6	4,6
Vervek-Vorontsov index	1,1±0,02	0,2	0,84±0,04*	0,4	1,2±0,01	0,1	0,9±0,04*	0,3

Note: * - reliability of changes over 12 years (p<0,05)

Stature values for boys varied within 126,6±0,7–127±0,5cm, and within 126,5±0,5–126,9±0,7 cm for girls. Thus, by genetically determined feature, stature among children 7-8 years of age in Tyumen has not changed significantly over the twelve-year period, which may indicate the stability of the environmental conditions.

The study reveals significant decrease in the Vervek-Vorontsov index values (Table 3). It indicates the decrease of growth rate of children 7-8 years of age, which corresponds with the physiological development patterns in children of this age.

Children of both sexes showed a trend of increasing of chest circumference values comparing to previous years. At the same time, significant increase of body weight values is noted over the same period, which reflects current state of the body. Thus, average values of body weight for boys increased by 1,5±0,5 kg comparing to the data from 1999, and girls weight by 3,0±0,5, which is twice as much as for boys.

In our opinion, such changes are associated with nutritional inferiority and irrational nutrition of children, both in preschool and school institutions, and at home. The results of analysis of younger schoolers' nutrition (questioning and retrospective survey) indicated that carbohydrates prevail in the diet of children. These are pastry, porridges, pasta, sweet drinks and, to a lesser extent, animal and vegetable proteins necessary for normal growth and development, such as meat, fish, eggs; and also fruits and vegetables.

Also, in terms of beginning of formal schooling, as well as increase of static loads, reduced interest in sports is indicated in children. Instead of physical activity an increased interest in computer games is indicated. Lack of spare time also impacts body weight excess, leads to increase of number of children in the risk group and the group with physical development deviations.

Thus, as the result of physical development examination carried out for children 7-8 years of age over the twelve-year period (1999-2012) the following may be concluded:

1. The results of comparative analysis indicated decrease of physical development level of children 7-8 years over a twelve-year period. It is confirmed by increased number of children with physical development deviations and decreased number of children with normal physical development state;
2. It is shown that disharmony of physical growth of modern children 7-8 years of age is caused predominantly by excessive body weight.

3. Development disharmony caused by excessive body weight also depends on the sex: the rate is twice as high for girls than for boys.

References

1. Bunak V.V. Fizicheskoe razvitiye detej /Biologiya cheloveka. M: Mir, 1968. 330 s.
2. Vlastovskij V.G. Akceleraciya rosta i razvitiya detej: jepohal'naja i gruppovaja. M.: Izd-vo MGU, 1976. 276 s.
3. Godina E.Z. Biosocial'nye vlijaniya na processy rosta i razvitiya //Chelovek, jekologiya, simmetrija. Minsk, 1991. S.21-22.
4. Grebneva N.N., Zagajnova A.B. Sravnitel'naja ocenka razvitiya gorodskih i sel'skih detej 4-9 let v uslovijah Zapadnoj Sibiri //Rossijskie morfologicheskie vedomosti, 2000. № 1-2. S.187-190.
5. Grebneva N.N., Petrov A.V., Sazanova T.V. Retardaciya fizicheskogo razvitiya detej v uslovijah Zapadnoj Sibiri kak social'no-jekologicheskaja problema /Mater. 3-ej mezhdunarod. nauchno-prakt. konf. «Aktual'nye problemy jekologii». Karaganda: KGU, 2004.Ch.2. S. 18-20.
6. Gribanov A.V., Bral'nina G.G. O retardacii fizicheskogo razvitiya mladshih shkol'nikov g. Arhangel'ska /Mater.nauchno-prakt konf. «Deti Severa: rost i razvitiye», Arhangel'sk:PGMU,1995. S. 3 -5.
7. Grimm G. Osnovy konstitucional'noj biologii i antropometrii //Per. s nem. M., 1967. 291 s.
8. Grombah S.M. Akceleraciya razvitiya i zadachi gigieny detej i podrostkov //Gigiena i sanitarija, 1971. № 1. S. 40-50.
9. Darskaja S.S. Akceleraciya fizicheskogo razvitiya 8-letnih shkol'nikov g. Moskvy za poslednie 70 let //Novye issledovaniya po vozrastnoj fiziologii. M., 1979. № 1. S. 3-9.
10. Doskin V.A., Keller H., Muraenko N.M., Tonkova-Jampol'skaja R.V. Morfofunkcional'nye konstanty detskogo organizma: Spravochnik. M.: Medicina, 1997. 288 s.
11. Zagajnova A.B. Rostovye processy i funkcional'nye vozmozhnosti detej 4-9 let Tjumenskoj oblasti: avtoref. diss....kand. biol. nauk, Tjumen', 1999. 26 s.Grimm H. Secular trend of body height and «acceleraton» or fluctuation in growth in height in child development – on questions of methodology in relation to pre-historical skeletal remains //Arztl. Jugendkd. 1990. V.81. № 5. P.437-440.
12. Grebneva N.N., Zagajnova A.B., Krivoschekov S.G. Development of children from urban and rural areas of West Siberia // International Journal of Circumpolar Health, 2001. V. 60. № 4. P. 618-622.
13. Palczewska I., Niedzwiecka Z. et al. Secular growth trends in children and youth of Warsaw in the last twenty years //Med. Wieku Rozwoj 2000.V.4. №2. P.161-176.

DOI: 10.18454/IRJ.2016.47.036

Жапова О.И.¹, Анцупова Т.П.²

¹Кандидат биологических наук, ²Доктор биологических наук, профессор,
Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления

МОРФОЛОГИЯ ГЕНЕРАТИВНЫХ ОРГАНОВ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА *ALLIUM* L.

Аннотация

В статье представлены результаты изучения строения генеративных органов представителей подрода *Rhizirideum* рода *Allium* L.: *Allium anisopodium* Ledeb, *Allium senescens* L. и *Allium tenuissimum* L. Рассмотрена возможность применения морфологических признаков генеративных органов в качестве диагностических в систематике данных видов. Актуальность данного исследования обусловлена тем, что, как указывала Г.А. Пешкова (1972), забайкальские растения *A. tenuissimum* большей частью морфологически переходны к *A. anisopodium*, что часто затрудняет их видовое определение. *Allium senescens* L. является полиморфным видом, который до сих пор исследован систематиками недостаточно [6,7].

Ключевые слова: морфология, диагностические признаки, генеративные органы.

Zhapova O.I.¹, Antsupova T.P.²

¹PhD in Biology, ²PhD in Biology, professor, East-Siberian State University of Technology and Management
MORPHOLOGY OF GENERATIVE ORGANS REPRESENTATIVE OF THE GENUS *ALLIUM* L.

Abstract

The article presents the results of studying the structure of the generative organs of the subgenus *Rhizirideum* genus *Allium* L.: *Allium anisopodium* Ledeb, *Allium senescens* L. and *Allium tenuissimum* L. The possibility of using morphological traits of generative organs as diagnostic in the taxonomy of these species. The relevance of this study due to the fact that, as pointed G.A.Peshkova (1972), Trans-Baikal plant *A. tenuissimum* mostly morphological transition to *A. anisopodium*, which often makes it difficult to define species. *Allium senescens* L. is a polymorphic species, which is still insufficiently studied systematics [6,7].

Keywords: anatomy, morphology, diagnostic signs, generative organs.

Поиски новых лекарственных растений создание на их основе новых лекарственных средств остаются в настоящее время одной из основных задач биологической и медицинской науки. Особый интерес представляет тибетская медицина, в которой чрезвычайно велик ассортимент растительных лекарственных препаратов [1,2]. К таким растениям относятся представители рода *Allium* L. Род *Allium* - один из крупных родов подкласса *Liliidae* класса однодольных; в систематическом плане род очень сложный, так во флоре Даурии встречается 29 видов и подвидов данного рода [3]. Близкородственные виды часто гибридизируют, и особи, появившиеся в результате этого, имеют совмещенные признаки, что затрудняет их видовое определение. К таким видам относятся *Allium tenuissimum* L. и *Allium anisopodium* Ledeb. [6]. Как указывала Г.А.Пешкова [4], забайкальские

растения *A. tenuissimum* большей частью морфологически переходны к *A. anisopodium*. *Allium senescens* L. является полиморфным видом, Н.В. Фризен (1988) выделил в Сибири пять географических рас:

1.Алтайско-тувинская раса распространена на Юго-Восточном Алтае, в Туве и Северо-Западной Монголии.

2.Среднесибирско-монгольская произрастает на Алтае (редко), в Красноярском крае, Восточной и Центральной Туве, в Монголии и Бурятии.

3.Забайкальская раса распространена в Иркутской области, Бурятии, Забайкальском крае, на западе Амурской области, в Восточной Монголии и Маньчжурии.

4.Даурская раса распространена в Забайкальском крае, юго-восточной части Бурятии, Восточной Монголии, Маньчжурии, западной части Амурской области.

5.Бурятская раса распространена в Юго-Восточной Туве, Бурятии и Монголии.

Отсутствие четких биогеографических и морфологических отличий между расами вызывает затруднения при классификации растительных образцов *A. senescens*. При диагностике видов рода *Allium* немаловажное значение имеет строение генеративных органов, особенно большим количеством важных диагностических признаков обладают цветки.

Исследования проводили на территории Юго-Восточного Забайкалья. При классификации луков использовали диагностические признаки, которые наиболее полно описаны в монографии Н.В. Фризена [6]. При описании генеративных органов использовали атлас описательной морфологии высших растений [5]. Для изучения генеративных органов растения были собраны в фазу цветения в естественных условиях произрастания.

На территории исследования *A. anisopodium* является постоянным компонентом в луково-разнотравной и разнотравной степях. Цветки собраны в соцветие зонтик, который состоит в среднем из 27 ± 7 цветков. Цветоножки между собой неравные, в 3-8 раз длиннее околоцветника (рис. 1). Листочки околоцветника светло сиреневые, с выраженной более темной жилкой, длина листочков 0,4-0,5 см (рис. 2). Андроей состоит из 6 расходящихся тычинок, длина которых в 1,5 раза меньше длины листочков околоцветника (рис. 3). В одном цветке тычинки отличаются по строению пыльников, тычиночных нитей и срокам созревания пыльцы (рис. 7). У первого типа тычинок пыльник линейной формы, соединен с тычиночной нитью основанием, тычиночная нить конусовидная, здесь пыльца созревает позже. У второго типа тычинок пыльник ланцетовидной формы, соединен с тычиночной нитью посередине, тычиночная нить с расширенным основанием. Пыльца зерновидная, однобороздчатая, окрашена в белый цвет (рис.4).



Рис. 1. Соцветие *Allium anisopodium*



Рис. 2. Цветки *Allium anisopodium*



Рис. 3. Андроей *Allium anisopodium*



Рис. 4. Пыльца *Allium anisopodium*

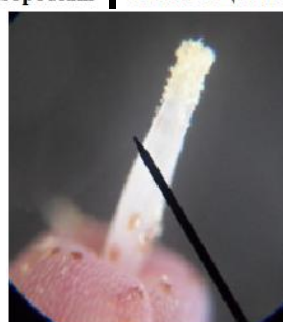


Рис. 5. Гинецей *Allium anisopodium*



Рис. 6. Поперечный разрез завязи пестика *Allium anisopodium*



Рис. 7. Пыльники тычинок *Allium anisopodium*

Гинецей сложный, стоит из трех плодолистиков, синкарпный, короче листочков околоцветника и тычинок. Завязь верхняя, сиреневой окраски. Столбик белого цвета, рыльцевая часть не выражена (рис. 5). На поперечном и продольном срезе завязи пестика видно, что в каждом плодолистике находятся по две семечки (рис. 6,8). Из завязи пестика формируется плод коробочка, в котором образуется до 6 семян. Семена трехгранные, окраска семян черная.

Сбор растительного сырья *Allium tenuissimum* L. проводили в четырех степных сообществах: пятилистниковой, пятилистниково-володушковой, луково-разнотравной и разнотравной степях. Соцветие зонтик рыхлый, полушаровидный, малоцветковый (рис. 9). Цветоножки равны или в 1,5 длиннее лепестков околоцветника. Длина лепестков до 0,4 см, ширина не более 0,3 см, окраска лепестков сиреневая (рис. 10).



Рис. 8. Продольный срез завязи пестика *Allium anisopodium*, 1- семяпочки



Рис. 9. Соцветие *Allium tenuissimum*



Рис. 10. Цветок *Allium tenuissimum*

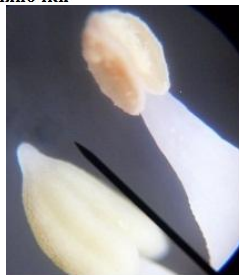


Рис. 11. Пыльники тычинок *Allium tenuissimum*



Рис. 12. Тычиночные нити *Allium tenuissimum*



Рис. 13. Пестик *Allium tenuissimum*



Рис. 14. Поперечный срез завязи пестика *Allium tenuissimum*



Рис. 15. Плод *Allium tenuissimum*



Рис. 16. Семена *Allium tenuissimum*

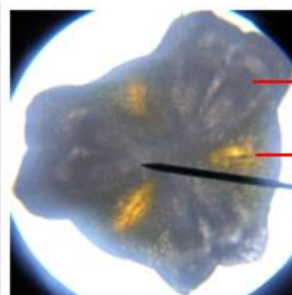
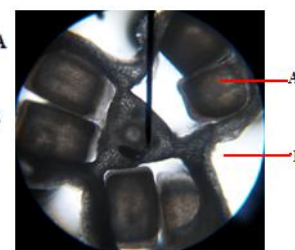
Андроцей состоит из 6 тычинок. Тычинки различаются по длине и форме тычиночных нитей и срокам созревания пыльника. Тычиночные нити в нижней части срастаются попарно. Первая тычинка пары имеет тычиночную нить, равную по длине пыльнику, форму цилиндрическую. Тычиночная нить второй тычинки имеет тычиночную нить конической формы, в два раза длиннее пыльника, вскрытие пыльников здесь происходит раньше (рис. 11, 12). Завязь пестика верхняя, окраска завязи малиновая, столбик белого цвета, рыльцевая часть не выражена (рис. 13). Гинецей синкарпный, образуется в результате срастания боковых стенок трех плодолистиков, причем каждый сохраняет целостность своей полости. Число гнезд равно трем, в каждом по две семяпочки (рис. 14). В формировании плода участвует только завязь пестика, образуется трехгнездная коробочка (рис. 15). При вскрытии коробочки наружные стенки плодолистиков лопаются, открывая полость гнезд. Семена мелкие, окраска черная, форма трехгранная, удлинённая (рис. 16).

На территории исследования наибольшее проективное покрытие *A. senescens* отмечено в луково-разнотравной степи, меньшее – в пятилистниково-володушковой степи. Соцветие исследованных экземпляров характеризуются следующими признаками: шаровидный многоцветковый зонтик, диаметр которого колеблется от 4 до 2 см, образовано $75,9 \pm 18,3$ цветками, притом наибольшее количество цветков в соцветиях собранных экземпляров достигало 104, наименьшее – 33. Количество цветков в соцветии зависит от условий произрастания: наибольшее количество цветков в зонтике отмечено у экземпляров, собранных в луково-разнотравной степи (рис. 17). Цветоножки в 2 и более раз длиннее листочков околоцветника. Листочки околоцветника продолговато-эллиптической формы, окраска лепестков светло сиреневая, с выраженной более темной жилкой, длина листочков околоцветника 0,4- 0,5 см (рис. 18). Андроцей состоит из 6 расходящихся тычинок, длина которых превышает длину листочков околоцветника (рис. 20,21,22). Тычинки отличаются по строению пыльников, тычиночных нитей и времени созревания пыльника. У одного типа тычинок пыльник продолговатой формы, соединен с тычиночной нитью основанием, тычиночная нить может быть конусовидной или цилиндрической (рис. 19). У них пыльца созревает позже. У второго типа тычинок пыльник ланцетовидной формы, соединен с тычиночной нитью посередине, тычиночная нить также может быть конусовидной или цилиндрической формы. Созревание пыльника и вскрытие пыльников здесь происходит раньше. В одном соцветии могут встречаться цветки с тремя различными типами андроеца: смешанный (рис. 20), с ланцетовидной (рис.21) и продолговатой формой пыльника (рис. 22). Пыльца зерновидная, одноборозчатая, окрашена в белый цвет (рис. 23).

Рис. 17. Соцветия *A. senescens*Рис. 18. Цветки *A. senescens*Рис. 19. Типы строения тычинок *A. senescens*Рис. 20. Смешанный тип андроеца *A. senescens*Рис. 21. Тычинки с ланцетовидным пыльником *A. senescens*

Рис. 22. Тычинки с продолговатым пыльником

Гинецей сложный, состоит из трех плодолистиков, синкарпный, короче листочков околоцветника. Завязь пестика верхняя, сиреневой окраски (рис. 24). Столбик беловатого цвета, рыльцевая часть не выражена. На поперечном срезе завязи пестика видно, что в каждом плодолистике имеется по две семечки (рис. 25). По мере созревания семечек происходит разрушение сращения боковых стенок, в результате завязь приобретает черты апокарпного строения (рис. 26). Из завязи пестика формируется трехгнездная коробочка, в которой находится до 6 семян. Семена черные, трехгранные, до 2 мм длиной.

Рис. 23. Пыльца *A. senescens*Рис. 24. Гинецей *A. senescens*Рис. 25. Поперечный срез завязи пестика *A. senescens*, А - семечка, Б - боковые стенкиРис. 26. Поперечный срез завязи пестика *A. senescens* А - семечка, Б - разрушение боковых стенок

В ходе изучения морфологии генеративных органов *A. anisopodium* и *A. tenuissimum*, произрастающих в Юго-Восточном Забайкалье, пришли к выводу, что в качестве диагностических признаков можно использовать следующие: особенности строения и форму соцветия, а именно количество цветков; особенности строения тычинок, а именно их пыльников и тычиночных нитей. Морфологические особенности генеративных органов изученных нами представителей *A. senescens* подтверждают, что в сообществах Восточного Забайкалья произрастает забайкальская раса данного вида. Большие вариации в количестве цветков в соцветии *A. senescens* являются результатом приспособления к различным условиям среды обитания. Относительно постоянным признаком генеративных органов у исследованных образцов *A. senescens* является строение андроеца и гинецея.

Литература

1. Анцупова Т.П., Ендонова Г.Б., Жамбалова А.А., Жапова О.И., Павлова Е.П. Влияние эколого-географических факторов на накопление биологически активных веществ в растениях Забайкалья. - Улан-Удэ: Изд-во ВСГТУ, 2011. - 140 с.
2. Анцупова Т.П., Дашиева Ж.Д., Ендонова Г.Б., Жапова О.И., Ильина Л.П., Павлова Е.П. Лекарственные растения Бурятии в науке и практике: монография. - Улан-Удэ: Изд-во ВСГТУ, 2015. - 150 с.
3. Галанин А.В., Беликович А.В. Флора Даурии, т. 3: Осоковые, Лилейные. - Владивосток: Мор. гос. ун-т имени адм. Г.И.Невельского, 2011. - 235 с.
4. Пешкова Г.А. *Allium* L. // Флора Центральной Сибири. - Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1979. - Т.1. - С. 216-223.
5. Федоров А.А., Артюшенко З.Т. Атлас по описательной морфологии высших растений. - Л.: «Наука» Ленинград. Отд-ние, 1975. - 352 с.
6. Фризен Н.В. Луковые Сибири (систематика, кариология, хорология). Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1988. - 185 с.
7. Черемушкина В.А. Биология луковых Евразии. - Новосибирск: Наука, 2004. - 280 с.

References

1. Antsupova T.P., Endonova G.B., Zhambalova A.A., Zhapova O.I., Pavlova E.P. Influence of ecological and geographical factors on the accumulation of biologically active substances in plants Zabaykalya. - Ulan-Ude: Izd ESSTU, 2011. - 140c.
2. Antsupova T.P., Dashieva Zh.D., Endonova G.B., Zhapova O.I., Ilina L.P., Pavlova E.P. Lekarstvennyye plants of Buryatia in the science and practice: a monograph. -Ulan-Ude: Izd VSGUTU, 2015. - 150c.
3. Galanin A.V., Belikovich A.V. Flora Dauria, t 3: Sedge, Liliaceae. - Vladivostok: Mor. state. Univ behalf of adm. Nevelskoy, 2011. - 235 p.
4. Peshkov G.A. *Allium* L. // Flora Central Sibiri. - Novosibirsk: Nauka. Sib. Dep-set, Moscow 1979 T.1. - S. 216-223.
5. Fedorov A.A., Artyushenko Z.T. .. Atlas of descriptive morphology of higher plants. - Leningrad: "Nauka" Leningrad. Dep-set, 1975. - 352 p.
6. Friesen N.V. Onion Siberia (systematics, karyology, horology). - Novosibirsk: Nauka. Sib. Dep-set, 1988. - 185 p.
7. Cheremushkina VA Biology cereal Eurasia. - Novosibirsk: Nauka, 2004. - 280 p.

DOI: 10.18454/IRJ.2016.47.165

Звягинцев В.В.¹, Звягинцева О.Ю.²¹ORCID: 0000-0001-6587-4524, Кандидат технических наук, ²ORCID: 0000-0002-0691-5901,

Кандидат биологических наук, Забайкальский государственный университет

ВЛИЯНИЕ ВЫБРОСОВ АВТОТРАНСПОРТА НА ЗАЩИТНЫЕ ЛЕСА В УСЛОВИЯХ ВОСТОЧНОГО ЗАБАЙКАЛЬЯ

Аннотация

В статье рассмотрено влияние выбросов автотранспорта на защитные леса на примере березы повислой в условиях Восточного Забайкалья. Выявлено, что минимальные линейные размеры листовой пластинки отмечены у деревьев, произрастающих в районе улиц с большой автотранспортной интенсивностью, а максимальные размеры - в загородной зоне вдоль проселочной дороги с небольшой интенсивностью.

Снижение размеров ширины листовой пластинки до 25% и длины жилки второго порядка до 24% говорит о том, что защитные леса города Чита находятся в угнетенном состоянии. Установлено, что листовые пластинки березы могут быть использованы как биоиндикатор состояния защитных лесов и экологического состояния урбанизированных территорий.

Ключевые слова: защитные леса, загрязнение, автотранспорт.

Zvyagintsev V.B.¹, Zvyagintseva O.Yu.²¹ORCID: 0000-0001-6587-4524, PhD in Engineering, ²ORCID: 0000-0002-0691-5901, PhD in Biology,

Transbaikalian State University

EFFECT OF EMISSION VEHICLES FOR PROTECTIVE FORESTS IN THE EASTERN TRANSBAIKALIA

Abstract

The article considers the impact of vehicle emissions on the protective forests on an example of birch in the East Transbaikalia. It was found that the minimum linear dimensions of the leaf blade were observed in trees growing in the streets with great intensity of road transport, and the maximum size - in a suburban area along the country road with little intensity.

Reducing size the width of the lamina to 25% and the length of the fibrilla second order of 24% indicates that the protective forests the city's Chita are depressed. It is found that the birch leaves may be used as a biological the indicator condition of protective forests and the ecological state of urbanized areas.

Keywords: protective forests, pollution, transport.

Городские леса, зеленые зоны, лесопарки, защитные полосы лесов, расположенные вдоль железнодорожных путей и автомобильных дорог общего пользования, согласно ст.10 Лесного кодекса Российской Федерации относятся к категории защитных лесов. Защитные лесные насаждения вдоль автомобильных и железных дорог предназначены для защиты от аэродинамических воздействий, снежных и песчаных заносов, предотвращения возникновения эрозионных процессов на прилегающих к дорожному полотну землях, а также для снижения уровня шума от транспортных средств и предотвращения загрязнения окружающей среды продуктами деятельности транспорта. Они выполняют важные климаторегулирующие, санитарно – гигиенические и рекреационные функции,

оказывающие положительное влияние на экологическую среду городов и других населенных пунктов, однако сами испытывают большую антропогенную нагрузку.

Уровень загрязнения воздушного бассейна городов Забайкальского края продолжает оставаться довольно высоким, так кратность превышения ПДК в 2014 году, например, бенз(а)пирена для города Чита составило 73,8, для г. Петровск-Забайкальский – 25,5, для г. Краснокаменска – 2,2 ПДК. Это обусловлено значительным объемом выбросов в атмосферу населенных пунктов и частой повторяемостью метеоусловий неблагоприятных для рассеивания загрязняющих воздух веществ. Столица Забайкальского края входит в перечень городов России с высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха свыше 35 лет, а в 2015 году стала самым «грязным» населенным пунктом России. Основной вклад в загрязнение воздуха города Чита вносят предприятия топливно-энергетического комплекса и автотранспорт [1, 2]. Сейчас доля выбросов от этого вида транспорта составляет более половины от общих выбросов в атмосферу столицы Забайкальского края [2]. Известно, что в зоне сильного воздействия выхлопных газов автомобилей происходят нарушения роста и развития растений, и в первую очередь, отрицательное воздействие воздушного загрязнения сказывается на листьях растений [3,4, 5]. Поэтому исследования морфологических изменений листьев защитных лесов в условиях высокого загрязнения воздушного бассейна и частой повторяемостью метеорологических условий, неблагоприятных для рассеивания загрязняющих воздух веществ, является актуальными.

Цель исследований - оценить влияние выбросов автотранспорта на листья защитных лесных насаждений в условиях Восточного Забайкалья.

Объекты и методы.

Объектом исследований стали листья защитных лесных насаждений города Чита и пригородной зоны расположенные вдоль автомобильных дорог. Основными лесобразующими породами насаждений столицы Забайкальского края и прилегающих территорий являются лиственница, сосна и берёза. Благодаря высоким биоиндикационным способностям [6,7] объектом изучения выбраны листовые пластинки березы повислой, произрастающей вблизи перекрестков, автомобильных и проселочных дорог. Береза встречается в различных климатических условиях, широко применяется для озеленения населенных пунктов, для формирования лесопарковых насаждений и лесополос. Листья березы имеют более толстую кутикулу, представляющую собой не клеточную плотную жироподобную пленку, полностью покрывающую эпидермис. Из-за вышеперечисленного она обладает повышенной устойчивостью к веществам (сернистый газ и другие), выбрасываемым в атмосферу предприятиями, другими загрязнителями и поэтому успешно выращивается в городах с неблагоприятной экологической обстановкой [8].

Были использованы биометрический метод для измерений линейных параметров листа и методика по определению выбросов автомобилей [9].

Измерялись наиболее встречающиеся в литературе следующие морфологические линейные размеры листовой пластинки березы повислой: 1 параметр - ширина; 2 параметр - длина жилки второго порядка; 3 параметр - длина между основаниями первой и второй жилок второго порядка; 4 параметр - расстояние между концами этих же жилок; длина листа; 5 параметр - угол между главной жилкой и второй от основания листа жилкой второго порядка; 6 параметр - длина листа. Материал собирался с каждого древесного растения по 10 листьев, а одна точка для измерений состояла из 10 деревьев. Таким образом, точка замера вышеперечисленных размеров листьев этого древесного растения состояла из 100 листьев. Всего точек исследований находящихся вблизи улично-дорожной сети города и загородной территории было 29. Выбирались деревья генеративного возраста. Листья отбирались без повреждений, без признаков поражения вредителями, собирались с укороченных побегов, равномерно из нижней части кроны дерева, с максимального числа доступных веток, среднего размера.

Одновременно с отбором биологического материала производился подсчет интенсивности движения автотранспорта по улично-дорожной сети города в непосредственной их близости. Было произведено 38 маршрутных наблюдений в разных районах города и пригородной зоны, с учетом структуры движения автомашин по категориям. Наблюдения производились летом, днем и в разные дни недели, в часы «пик» – для выявления максимальной интенсивности (в соответствии с методикой определения выбросов автотранспорта для проведения сводных расчетов загрязнения атмосферы городов). В работе стандартное компьютерное программное обеспечение и статистическая обработка.

Результаты, обсуждение.

Интервалы варьирования вышеперечисленных размеров листьев этого древесного растения за период исследований были найдены в следующих пределах: 1 параметр - от 27 до 53мм; 2 параметр - 22-35мм; 3 параметр - 2-7мм; 4 параметр - 1-15мм; 5 параметр – 30°-57°; 6 параметр – 45-62мм.

Минимальные линейные размеры листовой пластинки березы отмечены у деревьев, произрастающих в районе улиц с большой автотранспортной интенсивностью, а максимальные - в загородной зоне вдоль проселочной дороги с незначительной транспортной нагрузкой.

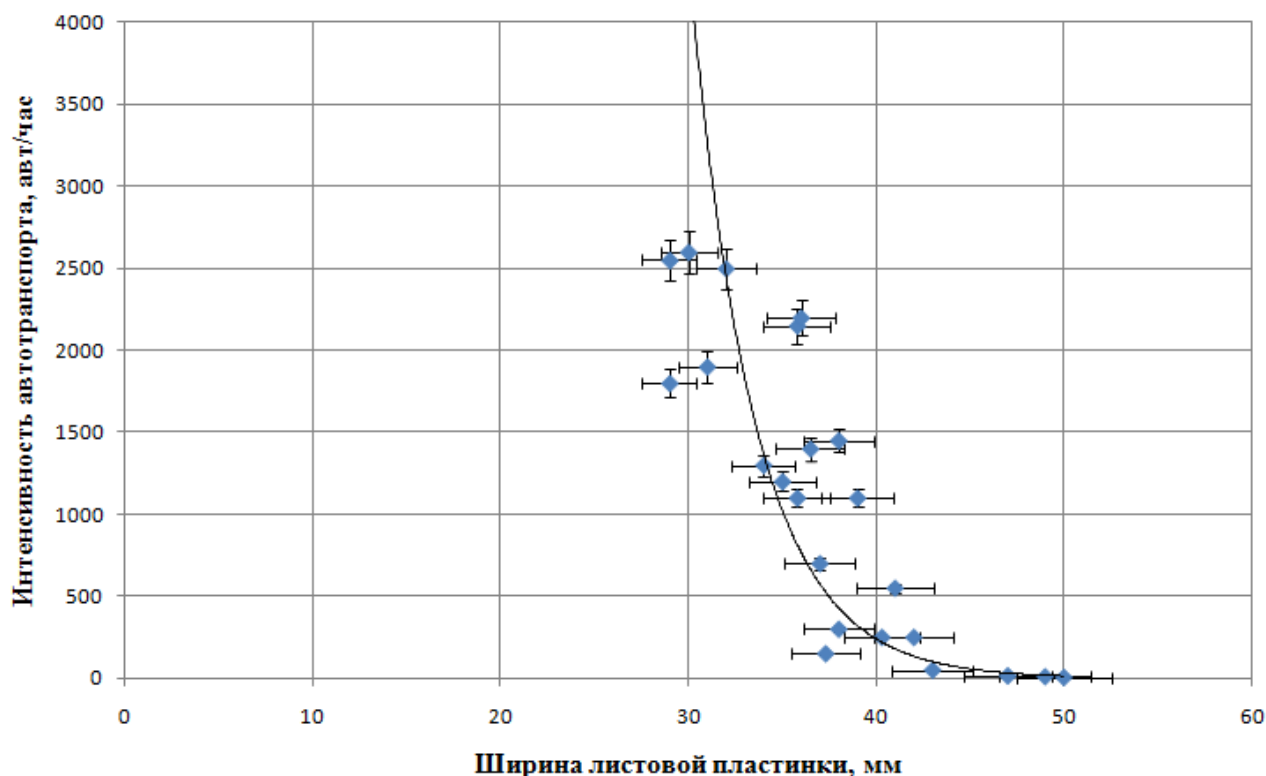


Рис. 1 – Зависимость интенсивности движения автомашин от первого параметра

Нашими измерениями и расчетами установлено значительное влияние интенсивности движения автомашин на ширину листа (рис.1); длину жилки второго порядка, второй от основания листа (рис.2). Четкой зависимости между интенсивностью движения машин и остальными показателями выявлено не было.

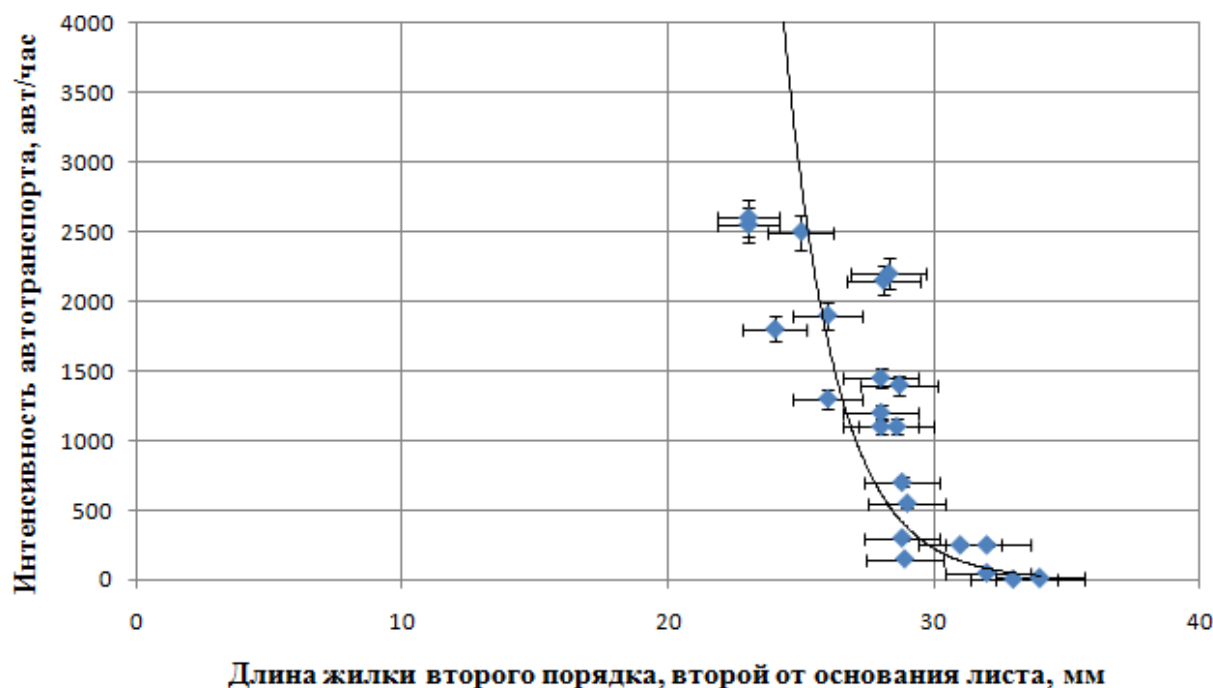


Рис. 2 - Зависимость интенсивности движения автомашин от второго параметра

Таким образом, нами установлено, защитные городские леса рассматриваемого населенного пункта находятся в угнетенном состоянии, поскольку отмечено снижение первого параметра листовой пластинки до 25%; второго параметра листа - до 24%. Это значит, что они выполняют одну из своих основных функций – являются биоаккумуляторами загрязнений продуктами деятельности транспорта.

На основании исследований можно сделать вывод, что береза повислая на ухудшение качества среды реагирует понижением морфологических параметров листьев, а именно: шириной листа и длиной жилки второго порядка, второй от основания листа, следовательно, может быть использована как биоиндикатор состояния защитных лесов и экологического состояния урбанизированных территорий.

Литература

1. Доклад об экологической ситуации в Забайкальском крае за 2014 год/ Правительство Забайкальского края. Министерство природных ресурсов и экологии Забайкальского края. Государственное казенное учреждение «Забайкальский краевой экологический центр». – Чита: Экспресс-издательство, 2015.- 207 с.; ил..
2. Оценка воздействия автотранспорта на состояние воздушного бассейна города Чита. Звягинцев В.В. Теоретические и прикладные аспекты современной науки. 2014. № 5-3. С. 190-195.
3. Касимова, К.А. Древесные растения как индикаторы загрязнения окружающей среды городов Махачкалы и Каспия / [Научный биологический блог], 2010.
4. Кизеев, А.Н. Изменения морфологических и физиолого-биохимических показателей хвои сосны обыкновенной в условиях аэротехногенного загрязнения / А.Н. Кизеев. // Молодой ученый, 2011. – № 3. – Т.1.
5. Горышина, Т.К. Растение в городе / Т.К. Горышина. - Л.: Изд-во ЛГУ, 1995. – 148 с.
6. Звягинцева О.Ю., Звягинцев В.В. Прогнозирование онкопатологии с помощью метода биоиндикации в условиях Восточного Забайкалья. /О.Ю. Звягинцева, В.В. Звягинцев // Вестник ВСГУТУ. – № 2, 2014. С. 49-53.
7. Звягинцева О.Ю. Влияние загрязнения атмосферного воздуха на здоровье населения г.Чита. автореферат дис. ... кандидата биологических наук : 03.02.08 / Бурятский государственный университет. Улан-Удэ, 2014.
8. Онтогенез фотоассимиляционного аппарата *Betula pendula* Roth. в естественных фитоценозах / М.Н. Кондратьев, Е.В. Сторожева, Ю.С. Ларикова. // Актуальные проблемы лесного комплекса.- № 33. -2012 -.С. 90-93.
9. Методика определения выбросов автотранспорта для проведения сводных расчетов загрязнения атмосферы городов. М., 1999.

References

1. The report on the environmental situation in the Trans-Baikal region in 2014 / Government of the Trans-Baikal Territory. The Ministry of Natural Resources and Ecology of the Trans-Baikal Territory. State public institutions "Trans-Baikal regional ecological center". - Chita: Express Publishing, 2015.- 207 p.; yl ..
2. Evaluation of the impact of transport on the condition of the air basin of the city of Chita. VV Zvyagintsev Theoretical and applied aspects of modern science. 2014. № 5-3. Pp 190-195.
3. Kasimov, KA Woody plants as the environmental pollution indicators cities of Makhachkala and the Caspian / [Science Biology Blog] 2010.
4. Kizeev, AN Changes of morphological, physiological and biochemical parameters of Scots pine needles in terms of environmental contamination / AN Kizeev. // The young scientist, 2011. - № 3. - Vol.1.
5. Goryshin, TK The plant in the city / TK Goryshin. - L.: Leningrad State University, 1995. - 148 p.
6. O. Zvyagintsev, VV Zvyagintsev oncopathology Prediction using bioindication method in conditions of East Transbaikalia. /O.YU. Zvyagintsev, VV Zvyagintsev // Herald VSGUTU. - № 2, 2014. pp 49-53.
7. Zvyagintsev O.Yu. Vliyanie air pollution on the health of the population of Chita. abstract dis. ... The candidate biological sciences: 03.02.08 / The Buryat State University. Ulan-Ude, 2014.
8. Ontogenesis fotoassimilyatsionnogo apparatus *Betula pendula* Roth. in natural plant communities / MN Kondratyev, EV Storozheva, YS Larikova. // Actual problems of forestry kompleksa.- number 33. -2012 -.S. 90-93.
9. Methods of determining emissions of vehicles for summary calculations of urban atmospheric pollution . М., 1999 .



Все статьи, опубликованные в «Международном научно-исследовательском журнале», зачисляются в РИНЦ.

Российский индекс научного цитирования (РИНЦ) — библиографическая база данных научных публикаций российских учёных. Для получения необходимых пользователю данных о публикациях и цитируемости статей на основе базы данных РИНЦ разработан аналитический инструмент ScienceIndex.

DOI: 10.18454/IRJ.2016.47.083

Ильина Л.П.¹, Анцупова Т.П.²

¹ Кандидат биологических наук, исполняющий обязанности доцента, ФГБОУ ВО «Бурятская государственная сельскохозяйственная академия им. В.Р. Филиппова»; ² доктор биологических наук, профессор, ФГБОУ ВПО «Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления».

ДУБИЛЬНЫЕ ВЕЩЕСТВА ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ СЕМЕЙСТВА GERANIACEAE БУРЯТИИ**Аннотация**

В статье приведены результаты определения дубильных веществ в 9 видах *Geranium* и 2 видах *Erodium*, сем. Geraniaceae, произрастающих на территории Бурятии. Выявлена зависимость накопления дубильных веществ в зависимости от места сбора и органов растений.

Ключевые слова: *Geranium*, *Erodium*, дубильные вещества, количественное содержание.

Цыина Л.П.¹, Анцупова Т.П.²

¹ PhD in Biology, associate professor performing duties, FSBEI HP «Buryat State Academy of Agriculture named after V. Philippov»; ² PhD in Biology, professor,

FSBEI HPT «East-Siberian State University of Technology and Management»

TANNINS REPRESENTATIVES FAMILY GERANIACEAE OF BURYATIA**Abstract**

The article presents the results of the determination of tannins in 9 kinds of *Geranium* and 2 species *Erodium*, Sem. Geraniaceae, growing on the territory of Buryatia. The dependence of the accumulation of tannins according to the place of collection and plant organs.

Keywords: *Geranium*, *Erodium*, tannin, the quantitative content.

Представители семейства *Geraniaceae* относятся к известным лекарственным растениям, обладающим различными терапевтическими свойствами, например, такими как вяжущие, гемостатические, ранозаживляющие, дезинфицирующие, противовоспалительные, седативные и т.д. Вяжущие и дезинфицирующие действия характерны для дубильных веществ. Дубильные вещества денатурируют белки клеток с образованием защитной пленки, оказывая на микроорганизмы бактерицидное или бактериостатическое действие. В литературных источниках упоминается содержание дубильных веществ в различных частях герани от 1,5 % до 44,8 % [2,3].

В этой связи нами была поставлена цель – определить содержание дубильных веществ в видах семейства *Geraniaceae*, произрастающих на территории Бурятии. Растительный материал для исследования был собран в центральных и южных районах республики и в окрестностях г. Улан-Удэ в 2011 - 2015 годах. Анализ количественного содержания дубильных веществ проводили в надземных и подземных органах 11 видов семейства: герань Максимовича - *Geranium maximoviczii* Regel et Maack, г. луговая - *G. pratense* L., г. сибирская - *G. sibiricum* L., г. Турчанинова - *G. transbaicalicum* subsp. *turczaninovi* (Serg.) Peschkova, г. волосистотычинковая - *G. eriostemon* Fischer ex DC., г. Сергиевской - *G. pratense* subsp. *sergievskajae* Peschkova, г. ложносибирская - *G. pseudosibiricum* J. Mayer [*G. coeruleum* Patrin], г. Власова *G. wlassovianum* Fischer ex Link, г. забайкальская - *G. transbaicalicum* Serg.s.str., журавельник цикutowый - *Erodium cicutarium* (L.) Her., ж. Стефана - *E. stephanianum* Willd. Определение суммарного содержания дубильных веществ проводили объемным (титриметрическим) методом [1]. Результаты исследования приведены в таблице.

Таблица – Содержание дубильных веществ в видах герани (% от массы абсолютно-сухого сырья)

Местонахождение	Дата сбора	Надземная часть	Подземная часть
1	2	3	4
<i>Geranium maximoviczii</i>			
п. Сотниково, смешанный лес	25.07.2011	12,91±0,03	13,87±0,02
п. Зеленхоз, заросли ивы	19.08.2011	12,14±0,03	13,32±0,04
с. Аршан, сосновый лес	9.07.2012	10,82±0,04	15,03±0,05
<i>Geranium pratense</i>			
с. Тохой, луг	8.07.2011	16,25±0,04	18,03±0,03
с. Турунтаево, опушка леса	11.08.2012	13,53±0,03	21,64±0,02
с. Загустай, опушка леса	27.08.2014	15,16±0,05	15,05±0,03
<i>Geranium sibiricum</i>			
с. Тохой, луг	8.07.2011	9,49±0,03	11,09±0,04
с. Аршан, луг	10.07.2012	7,29±0,05	8,29±0,02
с. Татаурово, заросли ивы	16.07.2014	25,30±0,03	13,04±0,04
с. Турунтаево, березовый лес	21.07.2014	21,53±0,04	6,05±0,02

Окончание табл. – Содержание дубильных веществ в видах герани (% от массы абсолютно-сухого сырья)

<i>Geranium transbaicalicum subsp. turczaninovi</i>			
п. Забайкальск, смешанный лес	29.07.2011	11,78±0,05	16,53±0,04
с. Аршан, лиственный лес	12.07.2012	20,31±0,03	19,97±0,02
Верхняя Березовка, сосновый лес	10.08.2012	11,00±0,04	24,87±0,04
<i>Geranium eriostemon</i>			
с. Аршан, лиственный лес	12.07.2012	16,24±0,03	28,12±0,02
с. Брянск, смешанный лес	6.08.2014	13,73±0,01	27,76±0,02
с. Сухая, смешанный лес	7.08.2014	20,31±0,04	30,29±0,05
<i>Geranium pratense subsp. sergievskajae</i>			
с. Татаурово, опушка леса	16.07.2014	18,33±0,04	22,45±0,03
с. Шергино, заросли ивы	5.08.2014	20,07±0,02	15,15±0,03
<i>Geranium pseudosibiricum [G.coeruleum]</i>			
с. Брянск, смешанный лес	6.08.2014	16,53±0,05	22,74±0,06
с. Сухая, смешанный лес	7.08.2014	25,50±0,03	23,33±0,04
<i>Geranium wlassovianum</i>			
с. Татаурово, опушка леса	16.07.2014	14,89±0,04	16,18±0,03
с. Селенгинск, смешанный лес	18.07.2014	18,83±0,04	16,76±0,05
с. Загустай, березовый лес	28.08.2014	11,93±0,02	10,33±0,03
с. Ягодное, оз. Черное, березовый лес	28.08.2014	14,61±0,03	17,92±0,02
<i>Geranium transbaicalicum</i>			
п. Хоринск, заросли ивы	20.08.2014	15,37±0,02	13,18±0,03
<i>Erodium cicutarium</i>			
с. Турунтаево, степь	11.08.2012	19,86±0,03	11,08±0,04
	21.07.2014	26,77±0,03	12,27±0,02
<i>Erodium stephanianum</i>			
с. Суза, степь	31.07.2015	24,71±0,04	12,05±0,02

Согласно данным таблицы, из 25 образцов герани в 17 содержание дубильных веществ в подземной части больше, чем в надземной, а в 8 образцах наблюдается обратная зависимость, то есть дубильные вещества накапливаются в больших количествах в надземных органах по сравнению с подземными. При этом содержание дубильных веществ в тех и других органах подвержено значительным колебаниям. В надземной части оно находится в пределах от 7,29% до 25,50% (среднее содержание 15,75%), а в подземной части - от 6,05% до 30,29% (среднее – 17,64%). У двух исследованных видов журавельника содержание дубильных веществ в надземных органах значительно больше (среднее содержание 23,78%), чем в подземных (среднее – 11,80%).

Результаты таблицы свидетельствуют, что на содержание дубильных веществ оказывает влияние место произрастания растений. Так, наименьшее содержание дубильных веществ отмечено в надземной части герани Максимовича (7,29%), собранной на лугу в пос. Аршан. Наибольшее содержание дубильных веществ (25,50%) выявлено у герани ложно-сибирской, собранной в смешанном лесу в окрестностях д. Сухая. В целом, можно отметить, что образцы растений, собранных в более увлажненных местообитаниях, расположенных в центральной части Бурятии, отличаются большим содержанием дубильных веществ, чем те, что собраны в более сухих местообитаниях на юге республики.

Таким образом, содержание дубильных веществ у представителей сем. *Geraniaceae*, произрастающих на территории Бурятии, подвержено значительным колебаниям, что зависит от органов растений (надземные или подземные) и от места их произрастания.

Литература

1. Государственная Фармакопея СССР. - М.: Медицина, 1989, 11 изд-е, Вып. 2. – 400 с.
2. Минаева В.Г. Лекарственные растения Сибири. – Новосибирск: Наука. Сиб. отделение, 1991. – 431 с.
3. Растительные ресурсы СССР: Цветковые растения, их химический состав, использование; Семейства *Rutaceae* – *Elaeagnaceae*. – Л.: Наука, 1988. – 357 с.

References

1. The State Pharmacopoeia of the USSR. - M.: Medicine, 1989, 11 th Edition, Vol. 2 - 400 p.
2. VG Minaeva Medicinal Plants of Siberia. - Novosibirsk: Nauka. Sib. Office, 1991. - 431 p.
3. Plant resources of the USSR: Flowering plants, their chemical composition, the use of; Family *Rutaceae* - *Elaeagnaceae*. - L.: Nauka, 1988. – 357 p.

DOI: 10.18454/IRJ.2016.47.004

Коляда Н.А.

Кандидат биологических наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Горнотаежная станция им. В.Л. Комарова» Дальневосточного отделения Российской академии наук

ОЦЕНКА УСПЕШНОСТИ ИНТРОДУКЦИИ И ДЕКОРАТИВНОСТИ СЕВЕРОАМЕРИКАНСКИХ ВИДОВ РОДА ЧЕРЕМУХА В ДЕНДРАРИИ ГОРНОТАЕЖНОЙ СТАНЦИИ ДВО РАН**Аннотация**

В статье дана оценка успешности более 50-летней интродукции североамериканских черемух – виргинской, пенсильванской и поздней в дендрарии Горнотаежной станции. По методике Н.А. Кохно определены акклиматизационные числа, которые являются суммой показателей роста, генеративного развития, зимостойкости и засухоустойчивости черемух. Акклиматизационные числа черемух виргинской и пенсильванской выявили полную степень акклиматизации и успешность адаптации к местным эколого-климатическим условиям. Черемуха поздняя имеет среднюю степень акклиматизации, в связи с более низкой зимостойкостью. Комплексная оценка декоративности по 10 критериям выявила высокую степень декоративности исследуемых видов. Показана целесообразность дальнейшей работы по репродукции североамериканских черемух и введению в культуру.

Ключевые слова: черемуха виргинская, черемуха пенсильванская, черемуха поздняя, акклиматизация, интродукция, декоративность.

Kolyada N.A.

PhD in Biology, Federal state budget institution of science “Mountain-Taiga Station named after V.L. Komarov” of the Far Eastern Branch of the Russian academy of sciences

ESTIMATION OF INTRODUCTION AND DECORATIVENESS SUCCESS OF NORTH AMERICAN SPECIES OF THE GENUS PADUS IN THE ARBORETUM OF MOUNTAIN-TAIGA STATION OF THE FAR EAST BRANCH OF THE RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES**Abstract**

Estimation of success of 50-year introduction of North American bird cherries – wild black bird-cherry, fire bird-cherry, American bird-cherry in the arboretum of the Mountain-Taiga Station is given in the paper. According to method of N.A. Kohno acclimatization numbers are determined which are the sum of growth indices, generative development, hardiness and winter resistance. Acclimatization numbers of wild black bird cherry and fire bird cherry show full degree of acclimatization and success adaptation to the local ecological-climatic conditions. Complex estimation of decorativeness by 10 criteria show high degree of decorativeness of investigated species. Expediency of further works on reproduction of North American bird cherries and its culture are shown.

Keywords: wild black bird-cherry, fire bird-cherry, American bird-cherry, acclimatization, introduction, decorativeness.

Введение

Род черемуха (*Padus* Mill.) относится к семейству Розовые (*Rosaceae* Juss.) подсемейству Сливовые (*Prunoideae* Focke) [1] и представлен 20-35 видами, произрастающими в Евразии, Северной и Центральной Америке [2].

Следует отметить, что в качестве самостоятельного таксона род черемуха принимается отечественными и китайскими систематиками [3], в то время как в ботанической литературе других стран он включается в качестве подрода *Padus* (Moench.) Koehne в род *Prunus* L., имеющего монофилетическое происхождение от какого-то евразийского источника [4].

В коллекции дендрария Горнотаежной станции ДВО РАН (ГТС ДВО РАН), одном из старейших интродукционных центров Дальнего Востока России, имеется 9 видов рода *Padus*. Из этого числа 3 вида принадлежат флоре Северной Америки – черемуха виргинская (*Padus virginiana* (L.) Mill.), ч. пенсильванская (*P. pensylvanica* (L. f.) Sok) и ч. поздняя (*P. serotina* Ehrh).

В культуре североамериканские черемухи известны с 17-18 вв. – черемуха поздняя с 1629 г., виргинская и пенсильванская соответственно с 1724 и 1773 гг. В России североамериканские черемухи стали культивироваться с начала 19 в. [5].

Североамериканские черемухи обладают пищевыми [6; 7], лекарственными [8] и техническими [9;10] свойствами.

В России североамериканские черемухи используются в озеленении парков и садов как декоративные, быстрорастущие и зимостойкие растения [11; 12]. В степных областях черемухи пригодны для разведения ползающих полос и для закрепления оврагов. Плоды и другие части растения обладают ценными пищевыми и лекарственными свойствами [13; 14]. В некоторых регионах России черемухи виргинская и пенсильванская акклиматизировались к местным почвенно-климатическим условиям и являются инвазионными видами [15; 16].

В Приморском крае в 40-50 гг. прошлого столетия в озеленении гг. Уссурийска и Партизанска отмечали произрастание черемухи виргинской, а ч. пенсильванской – на дачных участках г. Владивостока [17].

В настоящее время три вида североамериканских черемух произрастают в интродукционных центрах юга Дальнего Востока России – в Ботаническом саду-институте г. Владивостока [18], Сахалинском ботаническом саду [19]. Черемуха виргинская встречается в озеленении г. Хабаровска [20]. В Приморском крае североамериканские черемухи можно встретить на приусадебных участках как плодовые растения.

Материал и методы

Объектами исследования послужили три вида североамериканских черемух – виргинская, пенсильванская и поздняя.

Цель настоящей работы – дать оценку успешности интродукции и декоративности североамериканских видов рода *Padus* в дендрарии ГТС, а также определить целесообразность дальнейшей работы по их репродукции и введению в культуру.

В настоящее время существует большое число оценок результатов интродукции и степени акклиматизации растений. Некоторые методики не содержат оценки засухоустойчивости, как, например, методика интегральной оценки перспективности интродуцентов П.И. Лапина и С.В. Сидневой [21]. Мы считаем, что засухоустойчивость – важный показатель для североамериканских растений рода *Padus*, поскольку исследуемые виды в местах естественного произрастания отличаются влаголюбием, а для климата южной части Приморья в некоторые годы характерно наличие засушливых периодов, продолжительность которых может составлять 3-4 недели. Для оценки успешности интродукции и степени акклиматизации мы использовали методику Н.А. Кохно [22]. При этом определяется акклиматизационное число (А) по формуле: $A = P \cdot v + Gr \cdot v + Zm \cdot v + Pz \cdot v$, где Р – показатель роста, Gr – показатель генеративного развития, Зм – показатель зимостойкости, Пз – показатель засухоустойчивости, в – коэффициент весомости признака.

Показатели роста, генеративного развития, зимостойкости и засухоустойчивости мы оценивали по 5-балльной шкале, предложенной Н.А. Кохно. Полученные данные умножили на показатели степени значимости признака – коэффициента весомости. Для зимостойкости этот балл составляет 10, генеративного развития – 5, засухоустойчивости – 3, роста – 2. Эти значения коэффициента приняты исходя из важности данного признака в интродукционном процессе.

Комплексную оценку адаптивной способности видов осуществляли по следующей шкале: 100-80 баллов – адаптация полная, 79-60 – средняя, 59-40 – удовлетворительная, 39-20 – слабая, менее 20 баллов – очень слабая.

Оценку комплексной декоративности проводили по методике, разработанной для городских зеленых насаждений [23]. Согласно этой методике, оценка дается комплексно, т.е. по 10 критериям: архитектура кроны, длительность и степень цветения, окраска и величина цветков, декоративность внешнего вида плодов, длительность удерживания плодов на ветвях, аромат цветков и плодов, цветовая гамма окраски осенних листьев, поврежденность растений, зимостойкость видов. Для характеристики этих критериев предлагается балльная оценка от 0 до 5. Высший балл (5) присваивается наиболее декоративным признакам, далее по убывающей оценка снижается до 0 баллов.

Баллы, присвоенные экземпляру растения, по всем критериям суммируются, в результате выводится общий балл декоративности. Растения, имеющие менее 10-20 баллов, имеют низкую декоративность, 21-30 баллов – среднюю декоративность и более 31 балла – высокую декоративность.

Результаты и их обсуждение

Нашим исследованием установлено, что в дендрарий ГТС североамериканские черемухи интродуцированы семенами из гг. Минска, Москвы, Киева и лесной опытной станции (ЛОСС) в 1960-62 гг.

В настоящее время черемухи в возрасте более 50 лет произрастают на Североамериканском участке, который был заложен в дендрарии в 1965 г. на южном пологом склоне водораздельного хребта.

Наибольшим числом экземпляров представлена черемуха виргинская (17 экземпляров), наименьшим – черемуха поздняя (4 экземпляра).

Таблица 1 – Число экземпляров и некоторые морфологические показатели представителей североамериканских видов рода *Padus* дендрария ГТС

Вид	Год интродукции	Число экземпляров	Высота, м		Жизненная форма в дендрарии, м	Жизненная форма, на Родине, м
			Дендрарий	Родина		
<i>Padus virginiana</i>	1960-1962	17	3.5-4	10	К-Д	Д
<i>Padus pensylvanica</i>	1962	12	6-8	12-15	К-Д	Д
<i>Padus serotina</i>	1960- 1962	4	2,5	30	К-Д	Д

* К-Д – куст-дерево / Д – дерево

Анализ табл. 1 показал, в условиях дендрария североамериканские виды черемух не достигают высоты, свойственной им в местах естественного произрастания. На родине североамериканские черемухи имеют жизненную форму дерева, достигая предельной высоты 10-30 м [24].

В условиях дендрария наибольшую высоту имеет черемуха пенсильванская, достигая 6-8 м. Она растет в виде крупного кустарника, но чаще всего принимает форму деревца со стройным стволом. Ствол покрыт блестящей вишнево-коричневой гладкой корой с заметными продольными светло-серыми чечевичками. Плоды – мелкие, ярко красные, съедобные костянки до 0,7 см в диаметре. Растения имеет высокую зимостойкость.

Черемуха виргинская растет в виде крупного кустарника до 4 метров высотой, реже это небольшое деревце с темно-бурой мелкочешуйчатой корой. Обычно в дендрарии каждое растение развивает 2-3 ствола. Плоды в диаметре до 0,9 см, темно-бордовые, съедобные. Как молодые, так и взрослые растения имеют высокую зимостойкость, дают обильные корневые отпрыски.

Черемуха поздняя в дендрарии растет в форме куста до 2,5 м высотой. Растение имеет гладкую темно-бордовую мелкотрещиноватую кору со светлыми бугорчатыми чечевичками, контрастирующими с окраской стебля. Черемуха

поздняя, в отличие от черемух виргинской и пенсильванской, менее зимостойка, поскольку относится к видам, поздно заканчивающим вегетацию. Вследствие этого побеги у черемухи поздней не успевают одревеснеть и могут подмерзать в суровые зимы. Плоды – черные шаровидные костянки до 1 см в диаметре, съедобные.

Наши наблюдения показали, что в условиях дендрария североамериканские черемухи каждый год цветут и плодоносят, дают всхожие семена.

Для оценки успешности интродукции нами по методике Н.А Кохно были определены акклиматизационные числа для североамериканских видов черемух (табл. 2).

Таблица 2 – Показатели успешности акклиматизации представителей североамериканского рода *Padus* дендрария ГТС

Вид	Показатель роста, Р	Показатель генеративного развития, Гр	Показатель зимостойкости, Зм	Показатель Засухоустойчивости,	Акклиматизационное число, А
<i>Padus virginiana</i>	4	4	4	4	80
<i>Padus pensylvanica</i>	4	4	5	4	94
<i>Padus serotina</i>	3	3	3	4	67

Анализ табл. 2 показал, что черемухи виргинская и пенсильванская имеют более высокие показатели роста, генеративного развития и зимостойкости. Все три черемухи имеют одинаковые баллы по засухоустойчивости, так как в засушливый период сбрасывают часть листьев.

Акклиматизационные числа этих двух черемух отличаются немного (соответственно 80 и 94 баллов).

Комплексную оценку адаптивной способности видов провели по установленной шкале. Результаты свидетельствуют, что черемухи виргинская и пенсильванская относятся к растениям, имеющим полную степень акклиматизации. Полная степень акклиматизации показывает успешность адаптации данных растений к местным эколого-климатическим условиям и целесообразность дальнейшей работы по их репродукции и введению в культуру.

Более существенно отличается акклиматизационное число черемухи поздней – 67 баллов. Она имеет среднюю степень адаптации и неполную акклиматизацию к местным эколого-климатическим условиям, что связано с более низкой зимостойкостью.

Североамериканские черемуха декоративны весной в фазе цветения многочисленными белыми цветками, обильно покрывающие растения. Осенью декоративность растениям придают ярко-красные, бордовые и черные плоды, собранные в кисти (черемух виргинской и поздней) и пучки (ч. пенсильванской). Оригинальная окраска стволов и побегов североамериканских черемух придает яркий акцент зимнему пейзажу дендрария.

Комплексная оценка декоративности черемух по 10 критериям представлена в табл. 3.

Таблица 3 – Балльная оценка декоративности североамериканских видов рода *Padus* дендрария ГТС

Вид	Архитектоника кроны	Длительность цветения	Степень цветения	Окраска, величина цветков	Декоративность плодов	Аромат цветков, плодов, листьев	Осенняя окраска листьев	Продолжительность облиствения	Повреждаемость	Зимостойкость	Сумма баллов	Степень декоративности
<i>Padus virginiana</i>	3	3	4	4	4	2	3	3	5	4	35	высокая
<i>Padus pensylvanica</i>	4	3	4	4	4	2	3	4	5	5	38	высокая
<i>Padus serotina</i>	2	3	3	4	4	2	3	3	4	3	31	средняя

Анализ табл.3 показал, что черемуха виргинская и ч. пенсильванская имеют высокую степень декоративности (соответственно 35 и 38 баллов). Черемуха поздняя имеет среднюю степень декоративности (31 балл), так как в холодные зимы подвержена обмерзанию. Вследствие этого происходит потеря определенных декоративных качеств формы кроны, характера ветвления побегов и т.д.

Оценка успешности интродукции и декоративности североамериканских черемух дендрария показала, что данные растения способны украсить садово-парковый ландшафт любого населенного пункта юга Дальнего Востока России, а также повысить его выразительность и сделать более привлекательным.

Выводы

Таким образом, продолжительный опыт интродукции североамериканских видов черемух в дендрарии ГТС оказался положительным, что вызывает необходимость дальнейшего изучения этих видов растений на всех этапах онтогенеза, особенно черемухи поздней.

Североамериканские черемухи обладают широким спектром различных полезных и декоративных свойств. Это позволит в дальнейшем внедрить более широко эти перспективные и декоративные растения в зеленое строительство южных регионов Дальнего Востока России.

Литература

1. Царенко Н.А., Витковский В.Л. Классификатор рода *Padus* Mill. – 1993. – 28 с.
2. Скворцов А.К. Подсем. Prunoideae Focke // Сосудистые растения советского Дальнего Востока. – Т. 8. – СПб.: Наука, 1996. – С. 235-246.
3. Царенко Н.А. Особенности анатомического строения листа у видов черемухи (*Padus* Mill., Rosaceae Juss.) // Вестник ОГУ, 2008. – № 10 (92). – С. 192-197.
4. Bortiri E.E., Oh S.H., Jiang J., Baggett S.; Granger A., Weeks C., Buckingham M., Potter D., Parfitt D. E. et al. Phylogeny and Systematics of *Prunus* (Rosaceae) as Determined by Sequence Analysis of ITS and the Chloroplast trnL-trnF Spacer DNA // Systematic Botany. – 2001. 26 (4). – P. 797–807.
5. Головкин Б.Н. История интродукции растений в ботанических садах. – М.: Изд-во МГУ, 1981. – 128 с.
6. Elias, T.S. and Dykeman P.A. Field Guide to North American Edible Wild Plants. – Outdoor Life Books, New York. 1982. – 286 p.
7. Facciola S. Cornucopia a source book of edible plants. – Kampong Publications, 1990. – 686 p.
8. Moerman D. Native American ethnobotany. – Oregon: Timber Press, 1998 – 927 p.
9. Hill A.F. Economic botany. A textbook of useful plants and plant products. – New York-London: McGraw-Hill Book company, 1937. – 592 p.
10. Ida Grae. Nature's Colors: Dyes From Plants. New York: Macmillan, 1974. 229 p.
11. Мисник Г.Е. Сроки и характер цветения деревьев и кустарников. – Киев: Наукова думка, 1976. – 390 с.
12. Якушина Э.И. Древесные растения в озеленении Москвы. – М.: Наука, 1982. – 138 с.
13. Писарев Д. И., Новиков О. О., Безменова М. Д., Сорокопудов В. Н., Бурлуцкая Д. В., Нетребенко Н.Н., Халикова М.А., Автина Н.В. Изучение черемухи виргинской – *Padus virginiana* как перспективного источника биологически активных полифенолов // Научные ведомости. – Серия: Естественные науки. – 2010, № 21 (92). – Вып. 13. – С. 118-122.
14. Писарев Д. И., Новиков О. О., Безменова М. Д., Томчаковская Е.А., Сорокопудов В.Н., Нетребенко Н.Н., Халикова М.А., Автина Н.В. Изучение черемухи поздней – *Padus serotina* как перспективного источника биологически активных полифенолов // Научные ведомости. – Серия: Медицина. Фармация. – 2010, № 22 (93). – Вып. 12/2. – С. 156-161.
15. Хорун Л.В., Козакова М.В. Флористический состав и натурализация адвентивных видов флоры Рязанской области // Вестник удмуртского университета. 2013. – Вып.2. – С. 43-47.
16. Фардеева М.Б., Рогова Т.В. Распространение инвазионных видов на территории Волжско-Камского заповедника // Тр. XIII съезда Русского Ботанического общества и конф. "Научные основы охраны и рационального использования растительного покрова Волжского бассейна". – Тольятти, 2013. – Т 2. – С. 78-80.
17. Самойлова Т. В. Результаты интродукции и введения в культуру на юге Приморского края ценных древесно-кустарниковых пород // Вопросы реконструкции и повышения продуктивности лесов Дальнего Востока / Тр. Дальневосточного филиала Сибирского отделения АН СССР. Серия ботан. – Т. 4(6). – Владивосток, 1958. – С. 89-95.
18. Денисов Н.И., Петухова И.П., Пшенникова Л.М., Прилуцкий А.Н., Кокшеева И.М., Миронова Л.Н., Березовская О.Л. Древесные растения Ботанического сада-института ДВО РАН: Итоги интродукции. – Владивосток: Дальнаука, 2011. – 335 с.
19. Таран А.А., Таран А.А., Чабаненко С.И., Шейко В.В., Кажеева М.В. Каталог растений Сахалинского ботанического сада ДВО РАН: Справочное пособие. – Южно-Сахалинск, СФ БСИ ДВО РАН, 2011. – 68 с.
20. Бабуринов А.А., Морозова Г.Ю. Ассортимент пород в озеленении Хабаровска // Вестник ИРГСХА. – Изд-во ФГУ ВПО «ИРГСХА», 2011. – Вып. 44. – С. 19-26.
21. Лапин П.И., Сиднева С.В. Оценка перспективности интродукции древесных растений по данным визуальных наблюдений // Опыт интродукции древесных растений. – М., 1973. – С. 7-67.
22. Кохно Н.А. К методике оценки успешности интродукции лиственных древесных растений // Теория методы интродукции растений и зеленое строительство. – Киев: Наукова думка, 1980. – 80 с.
23. Бабич Н.А., Залывская О.С., Травникова Г.И. Интродуценты в зеленом строительстве северных городов. – Архангельск: Арханг. гос. техн. ун-т, 2008. – 144 с.
24. Thomas S Elias. Trees of North America. – N.Y.: Nostrand Rein hold Co., 1980. – 950 p.

References

1. Tsarenko N.A., Vitkovskiy V.L. Klassifikator roda *Padus* Mill. – 1993. – 28 s.
2. Skvortsov A.K. Podsem. Prunoideae Focke // Sosudistiye rastenia sovetskogo Dalnego Vostoka. – Т. 8. – SPb.: Nauka, 1996. – S. 235-246.
3. Tsarenko N.A. Osobennosti anatomicheskogo stroenia lista u vidov cheryomuhi (*Padus*. Mill, Rosaceae Juss.) // Vestnik OGU, 2008. – N 10 (92). – S. 192-197.
5. Golovkin B.N. Istoriya introduksii rastenij v botanicheskikh sadah – М.: Izd-vo MGU, 1981. – 128 s.
11. Misnik G.E. Sroki i harakter tsveteniya derev'ev i kustarnikov – Kiev: Naukova dumka, 1976. – 390 s.

12. Yakushina E.I. Drevesniye rasteniya v ozelenenii Moskvi. – M.: Nauka, 1982. – 138 s.
13. Pisarev D.I., Novikov O.O., Bezmenova M.D., Sorokopudov V.N., Burlutskaya D.V., Netrebenko N.N., Halikova M.A., Avtina N.V. Izuchenie cheremuchi virginiskoi – Padus virginiana kak perspektivnogo istochnika biologicheskii aktivnykh polifenolov // Nauchnye vedomosti. – Seria: Estestvennye nauki. – 2010, N 21(92). – Vip. 13. – S. 118-122.
14. Pisarev D.I., Novikov O.O., Bezmenova M.D., Tomchakovskaya E.A., Sorokopudov V.N., Netrebenko N.N., Halikova M.A., Avtina N.V. Izuchenie cheremuchi pozdnej – Padus serotina kak perspektivnogo istochnika biologicheskii aktivnykh polifenolov // Nauchnye vedomosti. – Seria: Medicina. Farmatsia. – 2010, N 22(93). – Vip. 12/2. – S. 156-161.
15. Horun L.V., Kozakova M.V. Floristicheskii sostav i naturalizatsia adventidnykh vidov flori Rasanskoy oblasti // Vestnik udmurtskogo universiteta. 2013. – Vip. 2. – S. 43-47.
16. Fardeeva M.B., Rogova T.V. Rasprostraneniye invazionnykh vidov na territorii Volzhsko-Kamskogo zapovednika // Tr. XIII s'ezda Russkogo Botanicheskogo obshchestva I konf. "Nauchnye osnovy ochrani i hatsionalnogo ispolzovaniya rastitel'nogo pokrova Volzhskogo basseina". – Tol'atti, 2013. – N. 2. – S. 78-80.
17. Samojlova T.V. Resultati introduktsii i vvedeniya v kulturu na yuge Primorskogo kraia tsennikh drevesno-kustarnikovykh porod // Voprosi rekonstruktsii i povysheniya produktivnosti lesov Dal'nego Vostoka / Tr. Dalnevostochnogo filiala Sibirskogo filiala Sibirskogo otdeleniya AN SSSR. Sreia botan. – T. 4(6). – Vladivostok, 1958. – S. 89-95.
18. Denisov N.I., Petuhova I.P., Pshennikova L.M., Prilutskiy A.N., Koksheeva I.M., Mironova L.N., Berezovskaya O.L. Drevesniye rasteniya Botanicheskogo sada-instituta DVO RAN: Itogi introduktsii. – Vladivostok: Dalnauka, 2011. – 335 s.
19. Taran A.A., Taran An.A., Chamanenko S.I., Sheiko V.V., Kazhaeva M.V. Katalog rasteniy Sahalinskogo botanicheskogo sada DVO RAN: Spravochnoe posobie. – Yuzhno-Sahalinsk, SF BSI DVO RAN, 2011. – 68 s.
20. Baburin A.A., Morozova G.Yu. Assortiment porod v ozelenenii Habarovska // Vestnik IrGSHA. – Izd-vo FGU VPO "IrGSHA", 2011. – Vip. 44. – S. 19-26.
21. Lapin P.I., Sodneva S.V. Otsenka perspektivnosti introduktsii drevesnykh rasteniy po dannim visual'nykh nabludeniy // Opit introduktsii drevesnykh rasteniy. – M., 1973. – S. 7-67.
22. Kohno N.A. K metodike otsenki uspekhnosti introduktsii listvennykh drevesnykh rasteniy // Teoria metody introduktsii rasteniy i zelyonoe stroitel'stvo. – Kiev: Naukova dumka, 1980. – 80 s.
23. Babich N.A., Zalivskaya O.S., Travnikova G.I. Introducenti v zelenom stroitel'stve severnykh gorodov. – Arhangelsk: Arhang. gos. tehn. un-t, 2008. – 144 s.

DOI: 10.18454/IRJ.2016.47.082

Лопатина А.Б.

Кандидат педагогических наук, Пермский национальный исследовательский политехнический университет

АДАПТАЦИЯ И НЕСПЕЦИФИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ ЗАЩИТЫ**Аннотация**

В научном обзоре рассматривается защитный и приспособительный механизм ринореи и влияние его на общий уровень адаптации. Показано, что подавление неспецифических механизмов защиты, даже на примере такого банального явления, как ринорея, может привести к хронизации воспалительного процесса во всем организме, вызывая, в том числе и аллергические заболевания. Предложен способ оптимального реагирования и коррекции состояния для поддержания удовлетворительной адаптации и сохранения механизмов защиты.

Ключевые слова: ринорея, хронизация, адаптация.

Lopatina A.B.

PhD in Pedagogy, Perm National Research Polytechnic University

ADAPTATION AND MECHANISMS OF PROTECTION NONSPECIFIC**Abstract**

In the scientific market research report examines the protective and adaptive mechanisms of rhinorrhea and its effect on the overall level of adaptation. It is shown that the suppression of the nonspecific defense mechanisms, even a trivial example of such a phenomenon as rhinorrhea, may lead to chronic during inflammation throughout the body, causing, including allergic diseases. A method for optimal response and correction of the state to maintain a satisfactory adaptation and preservation of security mechanisms.

Keywords: rhinorrhea, chronicity, adaptation.

Статья изъята

Статья изъята

DOI: 10.18454/IRJ.2016.47.081

Лопатина А.Б.

Кандидат педагогических наук, Пермский национальный исследовательский политехнический университет

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ АДАПТАЦИИ И МЕХАНИЗМОВ ЕЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Аннотация

В научном обзоре рассматриваются теоретические основы адаптации и механизмы ее обеспечения. Большая роль отведена в описании актуальности проблемы и значимости адаптации для лечения и профилактики заболеваний. Показан тупиковый путь применения концепций доказательной медицины с позиций теории адаптационных реакций. Описаны стадии адаптационных процессов, особая роль уделяется ДНК, удовлетворительной адаптации и неспецифическим механизмам защиты, благодаря которым и реализуется адаптационный ответ.

Ключевые слова: адаптация, ДНК, репарация.

Lopatina A.B.

PhD in Pedagogy, Perm National Research Polytechnic University

THEORETICAL BASES OF ADAPTATION AND MECHANISMS OF ITS NATURE

Abstract

The scientific review discusses the theoretical bases of adaptation and mechanisms of its maintenance. Big role to play in describing the urgency of the problem and the importance of adaptation for the treatment and prevention of diseases. It showed a deadlock way applying the concepts of evidence-based medicine from the standpoint of the theory of adaptation reactions. Described stage adaptation process, a special role is given to DNA, a satisfactory adaptation and non-specific defense mechanisms, through which is realized the adaptation response.

Keywords: adaptation, DNA, repair

Статья изъята

Статья изъята

DOI: 10.18454/IRJ.2016.47.080

Марчик Л.А.¹, Мартыненко О.С.²

¹Кандидат биологических наук, доцент кафедры биологии человека и основ медицинских знаний,

²аспирант кафедры биологических наук и основ медицинских знаний,

Ульяновский государственный педагогический университет

ОСОБЕННОСТИ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ГЕМОДИНАМИКИ МАЛЬЧИКОВ 7-8 ЛЕТ

Аннотация

У мальчиков 7-8 лет выявлено три типа гемодинамики. В основу деления на типы положена величины сердечного индекса. С помощью метода вариационной пульсометрии изучена степень напряженности регуляторных систем организма детей с различными типами гемодинамики в состоянии относительного покоя.

Ключевые слова: тип гемодинамики, ударный и минутный объем крови, сердечный индекс, удельное периферическое сопротивление сосудов, артериальное давление, напряженность регуляторных систем организма.

Marchik L.A.¹, Martynenko O.S.²

¹PhD in Biology Associate Professor of Human biology and fundamentals of medical knowledge,

²Postgraduate Student of Department of Human biology and fundamentals of medical knowledge

FEATURES OF CENTRAL HEMODYNAMICS BOYS 7-8 YEARS

Abstract

Boys 7-8 years identified three types of hemodynamics. The value of cardiac index was the basis for division into types. Using the method of variational pulsometry studied the degree of tension of regulatory systems of an organism of children with different types of hemodynamics in a state of relative calm.

Keywords: type of hemodynamics, stroke and minute blood volume, cardiac index, specific peripheral vascular resistance, blood pressure, tension of regulatory systems of the body.

При изучении характеристик гемодинамики больных гипертонической болезнью Н. Н. Савицким [1] выявлено три типа кровообращения: гипокинетический, эукинетический и гиперкинетический. В основу такого деления положен расчёт величины сердечного индекса (СИ) – отношение ударного объёма крови (МОК) к площади поверхности тела. Позднее существование различных типов гемодинамики было выявлено и у здоровых людей [2-5]

В оценке функционального состояния здоровых людей с различными типами кровообращения мнение исследователей расходится. По данным Г. М. Сидоренко с соавт. [2] толерантность к физической нагрузке не зависит от типа гемодинамики, однако диапазон резервных возможностей лиц с гиперкинетическим типом снижен. Г. Е. Калугина [5] отмечает, что у лиц с гипокинетическим типом по сравнению с эу- и гиперкинетическим в состоянии относительного покоя значительно ниже ЧСС, меньше ударный выброс крови, степень укорочения волокон миокарда, скорость расслабления миокарда. У лиц с гиперкинетическим типом гемодинамики эти показатели выше, что, по мнению автора, свидетельствует о менее экономичной работе сердечно-сосудистой системы, о её гиперфункции в состоянии покоя. Напротив, А. А. Дзизинский с соавт. [3] указывают на то, что для лиц с гиперкинетическим типом кровообращения характерна наибольшая экономичность работы сердца и более высокая работоспособность.

Нами обследованы 43 мальчика основной медицинской группы в возрасте 7-8 лет. С помощью тетраполярной грудной реографии [6] определяли величину ударного объема крови (УОК), минутного объема крови (МОК), удельного периферического сопротивления сосудов (УПСС), гидравлической мощности сердца (ГМ). Рассчитывали величину сердечного индекса (СИ) для определения типа гемодинамики.

Дети с величиной СИ в пределах $2,75 - 3,50 \text{ л/мин/м}^2$ были отнесены к эукинетическому типу гемодинамики. Мальчики, величина СИ которых меньше нижней границы, вошли в группу с гипокинетическим типом, выше верхней границы – в группу с гиперкинетическим типом [7]. Дети с эукинетическим типом составили 57,14 % обследованных, с гипокинетическим – 19,0 %, с гиперкинетическим – 23,81 %. Данные о распределении типов кровообращения близки к данным, полученным при обследовании взрослых людей [2,4].

Различий в уровне артериального давления в состоянии покоя между детьми с различным типом кровообращения нет (табл. 1). В то же время при гиперкинетическом типе гемодинамики ЧСС выше, ударный объем крови (УОК) больше, а удельное периферическое сопротивление сосудов (УПСС) ниже, чем при эу- и гипокинетическом типах. Вероятно, в условиях физиологического покоя у детей с гипокинетическим типом кровообращения необходимый уровень кровообращения поддерживается прежде всего за счёт высокого УПСС ($2062,83 \pm 77,70 \text{ кПа} \cdot \text{с/л/м}^2$) при низкой гидравлической мощности сердца (ГМ = $5,86 \pm 0,44 \text{ Вт}$), а при гиперкинетическом типе – за счёт увеличения гидравлической мощности сердца ($8,31 \pm 0,6 \text{ Вт}$) и УОК ($46,44 \pm 1,04 \text{ мл}$ – гиперкинетический тип, $41,65 \pm 1,48$ – гипокинетический тип) при низком УПСС ($1653,66 \pm 98,99 \text{ кПа} \cdot \text{с/л/м}^2$). То есть в зависимости от типа кровообращения механизмы поддержания одинакового уровня артериального давления различны.

Таблица 1 – Показатели центральной гемодинамики детей с различными типами кровообращения

Показатели гемодинамики	Тип гемодинамики		
	гипокинетический	эукинетический	гиперкинетический
ЧСС (уд/мин)	$75,75 \pm 1,58$	$84,25 \pm 2,14$	$93,80 \pm 2,24$
УОК (мл)	$41,65 \pm 1,48$	$45,19 \pm 0,65$	$46,86 \pm 1,04$
МОК (л/мин)	$3,15 \pm 0,10$	$3,86 \pm 0,07$	$4,41 \pm 0,18$
УПСС ($\text{кПа} \cdot \text{с/л/м}^2$)	$2062,83 \pm 77,70$	$1799,39 \pm 65,36$	$1653,56 \pm 98,99$
СИ (л/м^2)	$2,23 \pm 0,15$	$3,47 \pm 0,11$	$4,77 \pm 0,15$
ГМ (Вт)	$5,86 \pm 0,44$	$7,19 \pm 0,23$	$8,31 \pm 0,60$
АДс (мм.рт.ст.)	$110,50 \pm 3,06$	$106,88 \pm 1,20$	$109,70 \pm 2,30$
АДд (мм.рт.ст.)	$73,38 \pm 3,15$	$67,83 \pm 1,11$	$71,60 \pm 1,47$

Степень напряженности регуляторных систем организма мальчиков с различными типами гемодинамики в состоянии относительного покоя оценивали с использованием метода вариационной пульсометрии [8]. Записывали ЭКГ испытуемых после 10 – минутного отдыха в состоянии покоя. Обработывали динамический ряд из ста кардиоинтервалов. Определяли моду (M_o), амплитуду моды ($A M_o$), вариационный размах (ΔX), индекс напряжения (ИН), индекс вегетативного равновесия ($A M_o / \Delta X$).

У детей с эукинетическим типом гемодинамики частый пульс ($M_o = 0,73 \pm 0,02 \text{ с}$) сочетается у них с довольно высокой его колеблемостью ($\Delta X = 0,32 \pm 0,02 \text{ с}$). Можно полагать, что недостаточно выраженный тонус центров парасимпатической иннервации сочетается у мальчиков эукинетического типа с незрелостью симпатических регуляторных механизмов [9].

Таблица 2 – Статистические характеристики сердечного ритма мальчиков 7-8 лет в состоянии относительного покоя в зависимости от типа гемодинамики.

Тип гемодинамики	Статистические характеристики сердечного ритма					
	М (с)	M_o (с)	$A M_o$ (%)	ΔX (с)	ИН (усл.ед)	$A M_o / \Delta X$ (усл. ед)
Гипокинетический	$0,84 \pm 0,02$	$0,85 \pm 0,02$	$27,00 \pm 1,99$	$0,38 \pm 0,03$	$47,45 \pm 9,02$	$79,11 \pm 13,47$
Эукинетический	$0,75 \pm 0,02$	$0,73 \pm 0,02$	$35,25 \pm 2,19$	$0,32 \pm 0,02$	$112,92 \pm 22,64$	$152,79 \pm 29,68$
Гиперкинетический	$0,66 \pm 0,02$	$0,69 \pm 0,04$	$55,70 \pm 4,19$	$0,19 \pm 0,02$	$284,39 \pm 61,61$	$357,97 \pm 68,97$

Уменьшение Mo ($0,69 \pm 0,04$ с) и ΔX ($0,19 \pm 0,02$ с) с одновременным ростом AMo ($55,7 \pm 4,19$ %) у мальчиков с гиперкинетическим типом говорит об усилении симпато-адреналовых механизмов регуляции ритма сердца, увеличении централизации управления, что подтверждается и величиной отношения $AMo/\Delta X$ ($357,97 \pm 68,97$ усл. ед.), характеризующего баланс центральных механизмов регуляции и саморегуляции [9- 12].

Средняя продолжительность интервала между двумя систолами сердца у мальчиков гипокINETического типа кровообращения составила $0,84 \pm 0,02$ с, по сравнению с $0,75 \pm 0,02$ с у мальчиков эукинетического и $0,66 \pm 0,02$ с у детей гиперкинетического типов гемодинамики. AMo этой группы детей гораздо ниже ($27,0 \pm 1,99$ %, по сравнению с $35,25 \pm 2,19$ % у мальчиков эукинетического и $55,7 \pm 4,19$ % у мальчиков гиперкинетического типов). Отношение симпатического тонуса к тону парасимпатического центра ($AMo/\Delta X$) значительно снижено – $79,11 \pm 13,46$ усл. ед., по сравнению со $152,79 \pm 29,68$ усл. ед. и $357,97 \pm 68,97$ усл. ед. у мальчиков двух других типов. Подобная динамика статистических характеристик сердечного ритма отражает увеличение значимости парасимпатического звена экстракардиальной регуляции обеспечивающего рост энергетических резервов и снижение напряжённости систем регуляции. Полученные данные согласуются с данными Г. Е. Калугиной [5] для спортсменов с различными типами гемодинамики.

По степени напряжённости регуляторных систем организма выделяют [10] состояние нормы, адаптации, напряжения и перенапряжения. Условная граница между состоянием нормы и адаптации проходит на уровне значений ИН 80 усл. ед., между состоянием адаптации и напряжения – на уровне значений ИН равных 160 усл. ед. Среднегрупповые значения ИН мальчиков гипокINETического типа находятся в зоне нормы ($47,45 \pm 9,02$ усл. ед.), мальчиков эукинетического типа – в зоне адаптации ($112,92 \pm 22,64$ усл. ед.), а ребят гиперкинетического типа – в зоне напряжения и перенапряжения ($284,34 \pm 61,61$ усл. ед.) Таким образом, в состоянии относительного покоя у детей с гиперкинетическим типом кровообращения регуляция хронотропной функции сердца характеризуется физиологической гиперфункцией симпато-адреналовой системы без соответствующего уравнивания со стороны холинергического звена регуляции.

Литература

1. Савицкий Н.Н. Биофизические основы кровообращения и клинические методы изучения гемодинамики. – Л.: Медицина, 1974. – 307с.
2. Сидоренко Г.И., Альхимович В.М., Павлова А.Н. Изменение показателей кровообращения у здоровых лиц при разных уровнях физической нагрузки в зависимости от исходного типа гемодинамики // Кардиология. – 1984. - № 6. – С. 79-84.
3. Джизинский А.А., Черняк Б.А., Куклин С.Г., Федотченко А.А. Толерантность к физической нагрузке и особенности её гемодинамического обеспечения у здоровых людей в зависимости от типа гемодинамики // Кардиология. – 1984. - № 2. – С. 68-72.
4. Дембо А.Г., Земцовский Э.В., Шапкайц Ю.М. Новое в исследовании системы кровообращения спортсменов // Теор. и практ. физ. культ. -1986. - № 29. – С. 47-50.
5. Калугина Г.Е. Сократительная способность миокарда у спортсменов с разными типами гемодинамики // Теор. и практ. физ. культ. – 1987. - № 4. – С. 45-46.
6. Kubicek W., Karnegis J., Patterson R. Development and Evaluation of an Impedance Cardiac Output System // Astronautics Med. – 1966. – V. 37. – P. 1208-1212.
7. Оганов Р.Г., Бритов А.Н., Гундаров И.А., Константинов Е.Н., Шаталов А.Т., Деев А.Д. Дифференцированный подход к разработке физиологических нормативов и его значение для профилактической кардиологии // Кардиология. – 1984. - № 4. – С.52-56.
8. Баевский Р.М. Прогнозирование состояния на грани нормы и патологии. – М.: Медицина, 1979. – 298 с.
9. Олешкевич Т.Г. Статистические характеристики ритма сердца у мальчиков разного возраста // Возрастные функциональные особенности сердца при физических нагрузках. – Ставрополь, 1979. – С.85-88.
10. Баевский Р.М. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе. – М.: Медицина, 1984. – 242 с.
11. Исакова З. Б. Умственная работоспособность и характеристика вегетативного реагирования на умственную нагрузку детей с различной подвижностью нервных процессов: Автореф. дис... канд. биол. наук. – Казань, 1991. – 21 с.
12. Хураскина Н.В. Оценка функционального состояния школьников в условиях разноуровневой учебной нагрузки с учетом индивидуальных особенностей тревожности : Автореф. дис. канд. биол. наук. – Чебоксары, 2003. – 19 с.

References

1. Savickij N.N. Biophizicheskie osnovy krovoobrascheniya i klinicheskie metody izucheniya gemodinamiki. – L.: Medicina, 1974. – 307 s.
2. Sidorenko G.I., Al'khimovich V.M., Pavlova A.N. Ismeneniya pokazatelej krovoobrascheniya u zdorovykh lits pri raznykh urovnyakh fizicheskoy nagruzki v zavisimosti ot iskhodnogo tipa gomodinamiki// Cardiologiya. – 1984. - № 6. – s. 79-84.
3. Dzhizinskij A.A., Chernyak B.A., Kuklin S.G., Fedotchenko A.A. Tolerantnost' k fizicheskoy nagruzke I osobennosti ejo gemodinamicheskogo obespecheniya u zdorovykh ludej v zavisimosti ot tipa gemodinamiki // Cardiologiya. – 1984. - № 2. – s. 68-72.
4. Dembo A.G., Zemtsovskij E.V., Shapkaist U.M. Novoe v issedovanii sistemy krovoobrascheniya sportsmenov // Teor. i pract. fizich. cult. -1986. - № 29. – s. 47-50.
5. Kalugina G.E., Socratitel' nay sposobnost' miocardu u sportsmenov s raznymi tipami gemodinamiki // Teor. i pract. fizich. cult. – 1987. - № 4. – s. 45-46.
6. Kubicek W., Karnegis J., Patterson R. Development and Evaluation of an Impedance Cardiac Output System // Astronautics Med. – 1966. – V. 37. – P. 1208-1212.
7. Oganov R.G., Britov A.N., Gundarov I.A., Konstantinov E.N.? Shatalov A.T., Deev A.D. Differencirovannuj podkhod k rasrabonke fiziologicheskikh normativov I ego znachenie dlya profilackicheskoy cardiologii // Cardiologia. – 1984. - № 4. – s.52-56.

8. Baevskij R.M. Prognozirovanie sostoyaniya na grani normy I patologii. – М.: Medicina, 1979. – 298 s.
9. Oleshkevich T.G. Statisticheskie hkarakteristiki ritma serdca u mal'chikov raznogo vosrasta // Vosrastnue funkcional' nue osobennosti serdca pri fizicheskikh nagruzkakh. – Stavropol', 1979. – s.85-88.
10. Baevskij R.M. Matematicheskij analiz ismenenij serdechnogo ritma pri stresse. – М.: Medicina, 1984. – 242 s.
11. Iskakova Z.V. Umstvennaya rabotosposobnost' I kharakteristika vegetativnogo reagirovaniya na umstvennuyu nagrusku detej s raslichnoj podvizhnost'yu nervnukh processov. Avtoref. Dis. cand. biol nauk. – Kazan' 1991. – 21 s.
12. Khuras'kina enka N.V. Otsenka funktsional'nogo sostoyaniya sholnikov v usloviyakh rasnourovnevoj uchebnoj nagruski s uchedom individual'nukh osobennostej trevozhnosti: Avtoref. dis. cand. biol. nauk. – Cheboksaru, 2003. – 19 s.

DOI: 10.18454/IRJ.2016.47.192

Мырзагалиева Ж.Ж.¹, Станис Е.В.²¹Аспирант, ²Кандидат технических наук, доцент, Российский университет Дружбы Народов

РЕДКИЕ ВИДЫ РАСТЕНИЙ В ПЕРЕДЕЛАХ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ СТЕПНОЙ ЭКОСИСТЕМЫ ЗАПАДНО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация

Наиболее важным аспектом при разработке мер по сохранению биоразнообразия является выявление и сохранение редких видов растений и мест их обитания. В статье представлены редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений особо охраняемых природных территорий степной экосистемы Западно-Казахстанской области.

Ключевые слова: Западно-Казахстанская область, особо охраняемые природные территории, редкие виды растений, Красная книга Казахстана, степная экосистема.

Myrzagaliyeva.Zh.Zh.¹, Stanis E.V.²¹Postgraduate student, ²PhD in Engineering, Associate professor, Peoples' Friendship University of Russia

RARE SPECIES OF PLANTS WITHIN SPECIALLY PROTECTED NATURAL AREAS OF THE STEPPE ECOSYSTEM OF WEST KAZAKHSTAN REGION

Abstract

The most important aspect in the development of conservation measures to preserve the biological diversity is the identification and preservation of rare species of plants and their habitats. The article presents the rare and endangered plant species in the specially protected natural areas of the steppe ecosystems of the West Kazakhstan region.

Keywords: West Kazakhstan region, protected areas, rare species of plants, the Red Data Book of Kazakhstan, steppe , steppe ecosystem.

Степные экосистемы в конце 1990-ых годов Всемирной комиссией по охраняемым территориям МСОП выделены как наиболее нарушенные и наиболее угрожаемые среди всех остальных экосистем. Мордкович В.Г. свою книгу "Степные экосистемы" начинает со слов: "Если будет заведена "Красная книга экосистем", то степь в нее занесут в первую очередь". [4, С.5] Потребность сохранения биоразнообразия и поддержания экологического равновесия степных экосистем вызвана интенсивным антропогенным воздействием, сопровождающимся увеличением количества редких видов растений и животных.

Каждый живой организм играет свою определенную роль в обеспечении устойчивости всей биологической системы, где исчезновение одного вида отразится на ее устойчивости [7]. Ф.Е. Флинт считает, что по состоянию редких видов можно судить о качестве окружающей среды. Действительно, самым хрупким компонентом биоразнообразия, индикатором его изменения являются редкие виды флоры и фауны.

Западно-Казахстанская область (ЗКО) обладает уникальным набором ландшафтных комплексов. Общая площадь территории 151 339 км², что составляет 5,6% площади Казахстана. По растительному и почвенному покрову ЗКО содержит элементы трех зон: зона настоящих степей на севере области, в средней части пустынные степи (полупустыня), через южную часть области проходит граница пустынь. Территория исследования относится к зоне настоящих степей. По данным Иванова В.В.[2] она занимает северную часть области и объединяет ковыльные и типчаковые степи.

Сеть особо охраняемых природных территорий (ООПТ) на изучаемой территории представлена 2 заказниками республиканского значения (зоологические заказники "Кирсановский" и "Бударинский"), 4 ООПТ областного (местного) значения (биологические заказники "Дубрава", "Миргородский", "Селекционный", памятник природы - гора "Большая Ичка") и проектируемым ботаническим резерватом ольхи по р. Быковка (резерват "Быковка"). Общая площадь особо охраняемых природных территорий составляет 148, 8 тыс. га, или 0,98 % территории области.

На территории памятника природы гора Большая Ичка и Миргородского заказника растительность представлена сообществами петрофитными и кальцефитными разнотравно-ковыльно-типчаковыми степями. Заказники Селекционный, Кирсановский, Бударинский расположены в долине р. Урал, где характерны пойменные леса, прирусловые кустарниково-ивовые заросли, богаторазнотравно-злаковые луга. На территории Быковка встречаются псаммофитно-разнотравно-типчаковые песчано-ковыльные сообщества с кустарниками. В Дубраве растительность представлена богаторазнотравно-злаковыми остепененными лугами в сочетании с кустарниковыми зарослями.

При изучении состава флоры ЗКО нами были использованы информации по соседним регионам РФ, непосредственно граничащим с ЗКО, находящихся в сходных природно-климатических условиях и с подобными биотопами, и последующим сравнением со систематическим списком высших дикорастущих растений флоры ЗКО, составленном Кольченко О.Т. [6]. Для составления наиболее верного перечня редких и находящихся под угрозой исчезновения видов растений Западно-Казахстанской области, занесенных в Красную книгу Казахстана, были

проанализированы литературные данные с 1935 по 2015 гг., среди которых труды Иванова В.В., Кольченко О.Т., Фарушиной М.М., Агелеуова Е.А., Богданов А.Ю., Петренко А.З., Дарбаевой Т.Е. и др. [1, 2, 5, 6]

Результаты исследования показали, что из 387 видов растений, включенных в Красную книгу Казахстана (том 2 растения, часть 1), на территории ЗКО произрастают 36 видов растений (10 % из всех "краснокнижных" растений Республики Казахстан), относящихся к 19 семействам. 9 видов из 36 были представлены в Красной книге СССР, 21 вид – в Красной книге Казахской ССР.

Из 36 видов редких и находящихся под угрозой исчезновения растений ЗКО к очень редким видам, находящимися под угрозой исчезновения, (1 категория) относятся 5 видов (14 %), к редким видам, встречающимся в небольшом количестве на ограниченной территории, (2 категория) – 18 (50 %), к редким, сокращающимся в численности, (3 категория) – 13 видов (36 %). Статус редкости присвоены Красной книгой Казахстана. [3]

Почти все "краснокнижные" растения произрастают в ООПТ на изучаемой нами территории ЗКО. На территории Кирсановского и Бударинского заказников одним из лесообразующих пород пойменного леса является дуб обыкновенный (*Quercus robur* L.). На опушках березо-осиновых лесов встречается ятрышник шлемовидный (*Orchis militaris* L.). В долине реки - боярышник сомнительный (*Crataegus ambigua* C.A.Mey. ex A.K.Becker). Ольха черная (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) образует в пойме целые рощи по р. Быковка. В травянистой растительности поймы произрастают ландыш майский (*Convallaria majalis* L.), шпажник черепитчатый (*Gladiolus imbricatus* L.), живокость клиновидная (*Delphinium cuneatum* Steven ex DC.). В старицах – кувшинка белая (*Nymphaea alba* L.). А также в пойме реки (на территории Бударинского заказника) самое южное местообитания водяного ореха – чилим (*Trapa natans* L.). На сухих степях произрастают тюльпан двуцветковый (*Tulipa biflora* Pall.), тюльпан поникающий (*Tulipa patens* C.Agarth ex Schult. & Schult.f.).

Основу растительности ботанического сада Дубрава составляет дуб обыкновенный (*Quercus robur* L.). В составе подлеска произрастают бересклет бородавчатый (*Euonymus verrucosus* Scop.), боярышник сомнительный (*Crataegus ambigua* C.A.Mey. ex A.K.Becker) и единственное местообитание лещины обыкновенной (*Corylus avellana* (L.) H.Karst.). Одним из основных растений травяно-кустарничкового яруса лесных ценозов является ландыш майский (*Convallaria majalis* L.). По опушкам колковых лесов: ятрышник шлемовидный (*Orchis militaris* L.), живокость клиновидная (*Delphinium cuneatum* Steven ex DC.), шпажник черепитчатый (*Gladiolus imbricatus* L.), адонис весенний (*Adonis vernalis* L.), адонис волжский (*Adonis wolgensis* Steven ex DC.). На примыкающей водораздельной равнине из трав произрастают гвоздика Андржевского (*Dianthus andrzejowskianus* (Zapal) Kulcz.), ковыль перистый (*Stipa pennata* L.), тюльпан Шренка (*Tulipa suaveolens* Roth).

На территории заказника Миргородский в разнотравно-ковыльных степях встречаются адонис весенний (*Adonis vernalis* L.), адонис волжский (*Adonis wolgensis* Steven ex DC.). В степных сообществах растут ковыль перистый (*Stipa pennata* L.), тюльпан Биберштейна (*Tulipa biebersteiniana* Schult. & Schult. F.), тюльпан Шренка (*Tulipa suaveolens* Roth). На меловых обнажениях – катран татарский (*Crambe tatarica*), пупавка Корнух-Троцкого (*Anthemis trotzkiana* Claus ex Bunge), льнянка меловая (*Linaria cretacea* Fisch. ex Spreng.), тонконог жестколистный (*Koeleria sclerophylla* P.A.Smirn.).

На повышенных участках территории заказника Селекционный в разнотравно-ковыльных формациях произрастает адонис волжский (*Adonis wolgensis* Steven ex DC.), ковыль перистый (*Stipa pennata* L.), а по пониженным местам и склонам распространен птицемлечник Фишеровский (*Ornithogalum fischerianum* Krasch).

Южные и западные склоны горы Большая Ичка полностью обнажены, и на молодых оврагах единично произрастают смолевка меловая (*Silene cretacea* Fisch. ex Spreng.), катран татарский (*Crambe tatarica*), клоповник Мейера (*Lepidium meyeri* Claus), василек Талиева (*Centaurea taliewii* Kleopow), пупавка Корнух-Троцкого (*Anthemis trotzkiana* Claus ex Bunge), прострел раскрытый (*Pulsatilla pratensis* (L.) Mill.), льнянка меловая (*Linaria cretacea* Fisch. ex Spreng.), гвоздика Андржевского (*Dianthus andrzejowskianus* (Zapal) Kulcz.). На разнотравно-злаковой растительности в северной и восточной части отмечены ковыль перистый (*Stipa pennata* L.) и тонконог жестколистный (*Koeleria sclerophylla* P.A.Smirn.). На водораздельных участках восточного склона растет тюльпан Шренка (*Tulipa suaveolens* Roth), у родника – адонис весенний (*Adonis vernalis* L.).

Таким образом, из 36 видов редких и находящихся под угрозой исчезновения растений ЗКО в пределах ООПТ степной экосистемы произрастают 31 вид. Несомненно, учитывая глобальный характер проблемы биологического разнообразия, весьма важным является охрана целого ряда уникальных растительных сообществ, где "краснокнижные" растения нуждаются в особой охране.

Литература

1. Дарбаева Т.Е., Мамышева М.В. Редкие растения растительных сообществ горы Большая Ичка в пределах Западно-Казахстанской области. // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. - 2012. - Т. 14. - № 1(7).
2. Иванов В.В. Степи Западного Казахстана в связи с динамикой их покрова // Записки географического общества, новая серия. - М.-Л.: АН СССР, 1958. – С. 228.
3. Красная книга Казахстана (Том 2. Часть 1. Растения. Издание 2-ое, исправленное и дополненное). – Алматы. – 2014. - С. 431.
4. Мордкович В. Г. Степные экосистемы / В. Г. Мордкович ; отв. ред. И.Э. Смелянский. - 2-е изд. испр. и доп. Новосибирск: Академическое издательство «Гео», 2014. - С. 170.
5. Петренко А.З. Зеленая книга Западно-Казахстанской области. - Изд-во РИО, 2001.- С. 194.
6. Петренко А.З. и др. Природно-ресурсный потенциал и проектируемые объекты заповедного фонда Западно-Казахстанской области. - Уральск, 1998. – С. 176.
7. Флинт В.Е. и др. Сохранение и восстановление биоразнообразия.- М.: Издательство Научного и учебно-методического центра, 2002. – С.286.

References

1. Darbaeva T.E., Mamysheva M.V. Redkie rastenija rastitel'nyh soobshhestv gory Bol'shaja Ichka v predelah Zapadno-Kazahstanskoy oblasti. // Izvestija Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii n. - 2012. - T. 14. - № 1(7).
2. Ivanov V.V. Stepi Zapadnogo Kazahstana v svyazi s dinamikoj ih pokrova // Zapiski geograficheskogo obshhestva, novaja serija. - M.-L.: AN SSSR, 1958. – S. 228.
3. Krasnaja kniga Kazahstana (Tom 2. Chast' 1. Rastenija. Izdanie 2-oe, ispravlennoe i dopolnennoe). – Almaty. – 2014. - S. 431.
4. Mordkovich V. G. Stepnye jekosistemy / V. G. Mordkovich ; otv. red. I.Je. Smeljanskij. - 2-e izd. ispr. i dop. Novosibirsk: Akademicheskoe izdatel'stvo «Geo», 2014. - S. 170.
5. Petrenko A.Z. Zelenaja kniga Zapadno-Kazahstanskoy oblasti . - Izd-vo RIO, 2001.- S. 194.
6. Petrenko A.Z. i dr. Prirodno-resursnyj potencial i proektiruemye ob'ekty zapovednogo fonda Zapadno-Kazahstanskoy oblasti. - Ural'sk, 1998. – S. 176.
7. Flint V.E. i dr. Sohranenie i vosstanovlenie bioraznoobraziya.- M.: Izdatel'stvo Nauchnogo i uchebno-metodicheskogo centra, 2002. – S.286.

DOI: 10.18454/IRJ.2016.47.002

Ненько Н.И.¹, Киселева Г. К.², Ульяновская Е.В.³, Караваева А.В.⁴

¹Доктор сельскохозяйственных наук, ²Кандидат биологических наук, ³Доктор сельскохозяйственных наук, ⁴младший научный сотрудник, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Северо-Кавказский зональный научно-исследовательский институт садоводства и виноградарства»

АДАПТАЦИОННЫЕ МЕХАНИЗМЫ УСТОЙЧИВОСТИ ЯБЛОНИ К СТРЕСС-ФАКТОРАМ ЗИМНЕГО ПЕРИОДА

Аннотация

Сорта яблони, возделываемые в садах интенсивного типа юга России, не обладают достаточным потенциалом, необходимым для получения высокого урожая плодов в условиях изменяющегося климата. Приведены результаты физиолого-биохимических и анатомо-морфологических исследований сортов яблони различного эколого-географического происхождения в связи с устойчивостью к стресс-факторам зимнего периода. Выделены сорта, обладающие комплексом признаков зимостойкости, перспективные для возделывания на юге России. Устойчивость этих сортов обусловлена повышенным содержанием связанной формы воды, осмопротекторов (сахарозы, пролина), антоцианов, халконов, фенолкарбоновых кислот, суммы катионов.

Ключевые слова: яблоня, зимостойкость, крахмал, пролин.

Nenko N.I.¹, Kiseleva G.K.², Ulyanovskaya E.V.³, Karavaeva A.V.⁴

¹PhD in Agriculture, ²PhD in Biology, ³PhD in Agriculture, ⁴low-order scientific worker

ADAPTIVE MECHANISMS OF APPLE RESISTANCE TO STRESS FACTORS OF THE WINTER PERIOD

Abstract

Varieties of apple cultivated in gardens of intensive type of southern Russia, do not have sufficient capacity to produce a high yield of fruits in a changing climate. The article presents the results of physiological and biochemical, anatomical and morphological studies apple varieties of various ecological and geographical origin in connection with resistance to stress factors of the winter period. Varieties with complex traits of winter hardiness that are promising for cultivation in the south of Russia. The stability of these varieties due to high content of water -related forms , osmoprotectants (sucrose, proline) , anthocyanins , chalcones , phenol carbonic acids , the amount of cations .

Keywords: apple tree, winter hardiness, starch, Proline.

Получение стабильных высоких урожаев яблони в Северо-Кавказском регионе России ограничивается воздействием неблагоприятных факторов зимнего периода, приносящие садоводству значительные экономические убытки. Ранние осенние морозы, пониженные критические температуры и длительные морозы в течение всей зимы, морозы после оттепелей и солнечного нагрева с зимним иссушением тканей, заморозки ранней весной вызывают стрессовые воздействия зимнего периода [1].

Воздействие природных стрессоров зимнего периода приводит к резкому снижению продуктивности и качества плодов, а нередко к гибели деревьев плодовых культур [2].

Характерной особенностью зим в условиях Северного Кавказа являются резкие смены температур, во время которых оттепели сменяются похолоданиями. Это часто вызывает сильное, а иногда полное подмерзание цветковых почек плодовых культур. Особенно опасны возвратные морозы после оттепели в конце зимы, когда плодовые деревья выходят из состояния покоя, и начинают вегетировать и теряют закалку.

Изменение климата в южном регионе России обуславливает необходимость совершенствования сортимента плодовых культур, в том числе и яблони, способных к быстрой адаптации к изменяющимся условиям среды. В связи с этим необходимо выявить наиболее пластичные сорта яблони, обладающие широкой нормой реакции. Эти сорта незначительно снижают ростовые процессы, и урожайность в ответной реакции на изменение внешних факторов.

Комплекс стрессовых факторов, их разнообразное сочетание и повторяемость позволяют считать природно-климатические условия Северного Кавказа уникальным местом для оценки генофонда плодовых растений на их устойчивость к неблагоприятным условиям внешней среды. Это позволяет по комплексу экстремальных факторов среды выделить доноры комплекса селекционно-ценных признаков, необходимых для проведения программ по созданию адаптивных сортов плодовых культур.

Изучение механизмов адаптации, определение оптимальных физиолого-биохимических критериев и параметров сортов яблони различного эколого-географического происхождения, характеризующих устойчивость к абиотическим факторам зимнего периода позволит создать динамические модели для управления реализацией их адаптивного и продукционного потенциалов.

Цель настоящей работы – изучить адаптационные механизмы устойчивости сортов яблони различного эколого-географического происхождения по физиолого-биохимическим и анатомо-морфологическим параметрам к стресс-факторам зимнего периода юга России.

Исследования проводили в 2012-2015 гг. на базе ЗАО ОПХ «Центральное», ФГБНУ СКЗНИИСиВ, г. Краснодар. Объектами исследования служили сорта яблони различного эколого-географического происхождения: Айдаред (селекции США), Лигол (польской селекции), Прикубанское (селекции СКЗНИИСиВ).

Изучение зависимости между содержанием связанной формы воды, пролина, сахарозы, антоцианов, халконов, фенолкарбоновых кислот, суммы катионов в декабре 2012 - 2014 гг. в модельном опыте по искусственному промораживанию показало, что наибольший коэффициент корреляции наблюдается между содержанием связанной формы воды и содержанием пролина ($K_{\text{коррел.}} = 0,38-0,97$), антоцианов ($0,74-0,92$), халконов ($K_{\text{коррел.}} = 0,4-1,0$), что связано с ингибированием свободнорадикальных процессов при окислительном стрессе, и содержанием свободных катионов ($K_{\text{коррел.}} = 0,5-1,0$), характеризующем изменение проницаемости клеточных мембран (рис. 1).

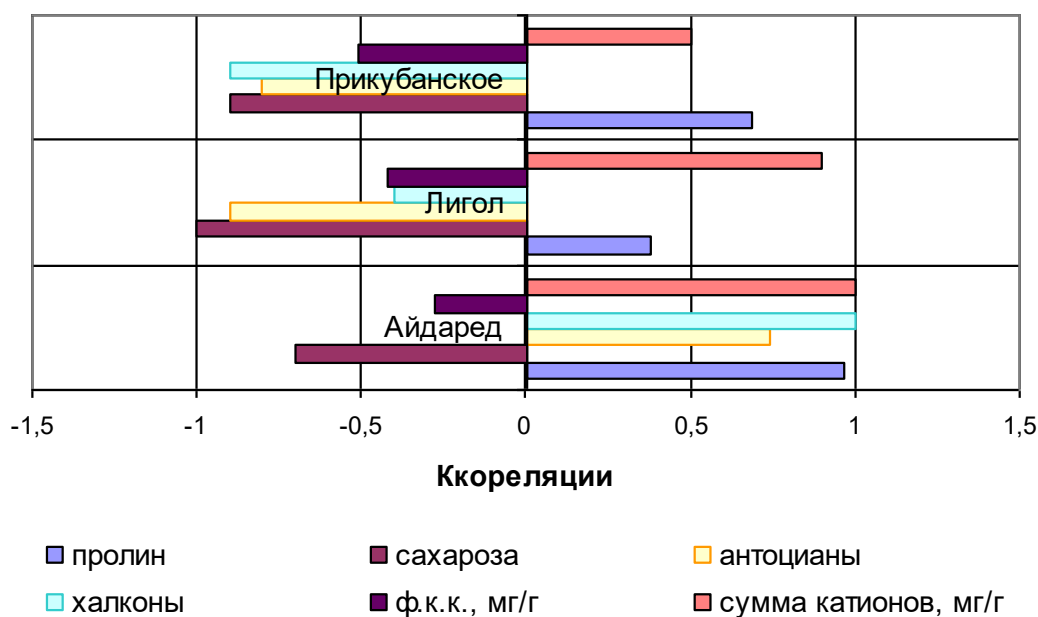


Рис. 1 – Метаболическая характеристика влияния низкотемпературного стресса на побеги яблони при промораживании в модельном опыте.

Так, при промораживании побегов отмечается увеличение содержания суммы фенолкарбоновых кислот (хлорогеновой и кофейной) у сорта Айдаред на 46,7 %, Лигол – на 88,9 % и у сорта Прикубанское – на 34,0 %, При этом отмечалось как обезвоживание клеток, так и изменение проницаемости клеточных мембран, о чем свидетельствует увеличение выхода катионов из клеток у сортов Айдаред на 29,4 %, Лигол – на 29,7 % и у сорта Прикубанское – на 2,3 %. Полученные данные свидетельствуют о большей устойчивости сорта Прикубанское к низкотемпературному стрессу при промораживании побегов.

У изучаемых сортов яблони этот факт характеризует одинаковую закономерность формирования устойчивости к низкотемпературному стрессу, связанную с ингибирующим влиянием фенольных соединений на окислительный стресс независимо от эколого-географического происхождения на фоне изменения климатических условий, обуславливающих неполное вхождение растений яблони в состояние зимнего покоя в период 2012 – 2014 гг.

В феврале 2015 г. по сравнению с декабрем 2014 г. у сортов Айдаред, Лигол и Прикубанское оводненность побегов снизилась на 25,29, 27,99, 24,5% и содержание свободной формы воды – на 41,5, 23,28, и 25,5 %, соответственно, что свидетельствует о меньшей интенсивности обменных процессов у сортов Айдаред и Прикубанское.

В этот же период были проведены гистохимические исследования однолетних побегов яблони на устойчивость к критическим морозам в середине зимы (второй компонент зимостойкости). Сердцевина побега яблони состоит из рыхлой паренхимной запасующей ткани, наружные мелкоклеточные слои которой служат местом отложения крахмала. Известно, что между содержанием крахмала и морозостойкостью сорта имеется коррелятивная связь: чем больше накапливается крахмала к началу зимнего периода, тем более морозостойчив сорт [3].

Прижизненные анатомические исследования тканей однолетних побегов изучаемых сортов яблони показали, что они находятся в состоянии вынужденного покоя. Этому способствовали погодные-климатические условия зимы, которые обусловили выход их из состояния органического покоя.

Для морозостойких сортов плодовых характерен быстрый гидролиз крахмала уже с начала зимы. У недостаточно морозостойких сортов гидролиз крахмала задерживается. В начале февраля содержание крахмала в зоне мелкоклеточной сердцевинной побега варьировало от 4,4 до 4,7 балла. Установлено, что по сравнению с декабрем 2014 года содержание крахмала снизилось вследствие его гидролиза: у сорта Айдаред с 4,8 до 4,7 балла; у сорта Прикубанское с 4,8 до 4,4 балла; у сорта Лигол содержание крахмала не изменилось и составляло 4,6 балла (рис.2).

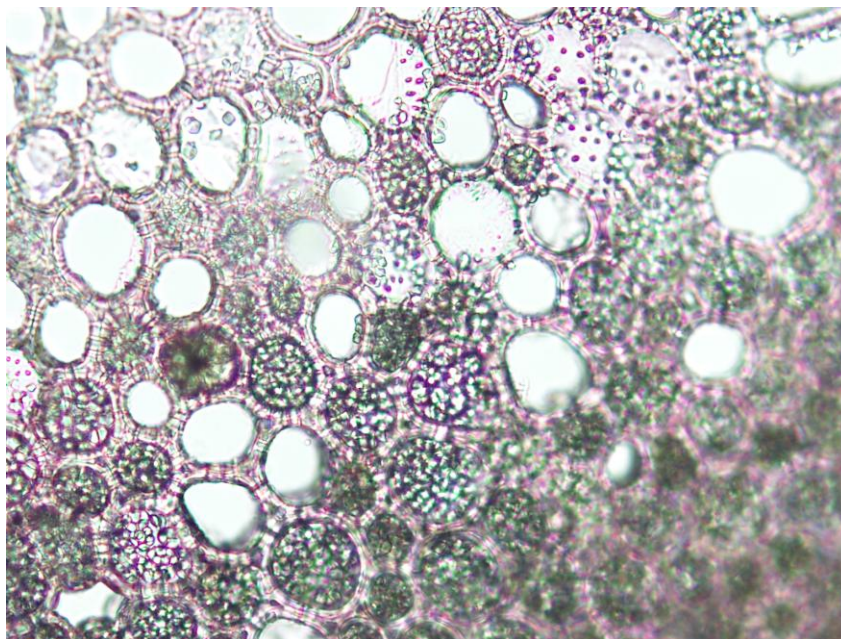


Рис. 2. Крахмал в зоне мелкоклеточной сердцевинной побега яблони сорта Прикубанское.

Выявлено, что сорт Прикубанское и сорт Айдаред отличаются большим накоплением крахмала в зоне мелкоклеточной сердцевинной побега к началу зимнего периода, быстрым его гидролизом в течение зимы и являются высоко зимостойкими.

Таким образом, в разные по климатическим условиям годы (2012-2015) сорта яблони Прикубанское (селекции СКЗНИИСиВ) и сорт Айдаред (селекции США) проявили себя как высоко адаптивные к зимним стрессовым воздействиям. Устойчивость этих сортов объясняется активацией защитно-компенсаторных механизмов и эффективными системами восстановления физиологических функций после стрессовых воздействий зимнего периода. Установлено влияние содержания осмопротекторов (сахарозы, пролина), антоцианов, халконов, фенолкарбоновых кислот, суммы катионов на устойчивость растений яблони к стресс-факторам зимнего периода.

Литература

1. Ненько Н.И., Киселева Г.К., Караваева А.В. Зимостойкость яблони в интенсивных насаждениях различной конструкции // Научное обозрение. – 2013. – № 2. – С. 19-24.
2. Жученко А.А. Настоящее и будущее адаптивной системы селекции и семеноводства растений на основе идентификации и систематизации их генетических ресурсов / Жученко А.А. // Сельскохозяйственная биология. – 2013. – №5. – С.8.
3. Красова Н.Г., Галашева А.М., Голышкина Л.В., Янчук Т.В. Влияние низких температур на некоторые физиолого-биохимические показатели сортов яблони различной зимостойкости // Научное обеспечение развития селекции сельскохозяйственных культур // Вестник. – 2012. – №3. – С. 65 - 70.

References

1. Nen'ko N.I., Kiseleva G.K., Karavaeva A.V. Zimostojkost' jabloni v intensivnyh nasazhdenijah razlichnoj konstrukcii // Nauchnoe obozrenie. - 2013. - № 2. - S. 19-24.
2. Zhuchenko A.A. Nastojashhee i budushhee adaptivnoj sistemy selekcii i semenovodstva rastenij na osnove identifikacii i sistematizacii ih geneticheskikh resursov / Zhuchenko A.A. // Sel'skhozajstvennaja biologija. - 2013. - №5. - S.8.
3. Krasova N.G., Galasheva A.M., Golyshkina L.V., Janchuk T.V. Vlijanie nizkih temperatur na nekotorye fiziologo-biohimicheskie pokazateli sortov jabloni razlichnoj zimostojkosti // Nauchnoe obespechenie razvitija selekcii sel'skhozajstvennyh kul'tur // Vestnik. – 2012. – №3. – S. 65 - 70.

DOI: 10.18454/IRJ.2016.47.105

Силаева О.Л.¹, Вараксин А.Н.²¹Доктор биологических наук, Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова,²Кандидат технических наук, Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова**ВНУТРИВИДОВАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ МИКРОСТРУКТУРЫ ПОКРОВНЫХ ПЕРЬЕВ КРЯКВЫ И ХОХЛАТОЙ ЧЕРНЕТИ****Аннотация**

В интересах прикладной орнитологии исследована внутривидовая изменчивость микроструктурных характеристик пера двух видов семейства утиных (Anatidae) с использованием однофакторного дисперсионного анализа. Исследовали структуру пуховых лучей чисто пуховых и комбинированных бородок из покровных перьев 6 особей кряквы (*Anas platyrhynchos*) и 10 особей хохлатой чернети (*Aythya fuligula*). Каждая особь была представлена 10 измерениями и описана 6 признаками: количество узлов (плотность) на 1 мм луча; длина междоузлия; ширина междоузлия, длина узла, ширина узла, длина пухового луча. Для каждого из шести признаков был проведен расчет математического ожидания и дисперсии; как для всего признака, так и для каждого класса (здесь под классом мы понимаем особь, представленную в обучающей выборке). Каждому из шести признаков была дана количественная оценка информативности. На основе оценки информативности были выявлены наиболее значимые признаки для каждого вида, сформировавшие видоспецифический эталон, а также признаки для определения внутривидовой изменчивости. Таким образом мы получили индивидуальные различия в микроструктуре оперения, связанные с местом обитания. Основной результат работы - возможность идентификации групп особей по микроструктуре оперения.

Ключевые слова: микро-архитектоника пера, идентификация птиц по перу.

Silava O.L.¹, Varaksin A.N.²¹PhD in Biology, Severtsov Institute of Ecology and Evolution,²PhD in Engineering, Severtsov Institute of Ecology and Evolution**THE MICROSTRUCTURE VARIABILITY OF BODY FEATHERS OF ANAS PLATYRHYNCHOS AND AYTHYA FULIGULA****Abstract**

For the benefit of applied ornithology intraspecific variability of microstructure characteristics of the feather of two Anatidae species were investigated by means of one-factorial dispersive analysis. Analyzed was the structure of plumulaceous barbules of purely down and combined barbs from body feathers of 6 *Anas platyrhynchos* and of 10 *Aythya fuligula* individuals. Each individual has been presented by 10 measurements and described with 6 signs: the number of nodes on one mm of a barbule (density); internote length; internote width, note length, note width, length of a down barbule. For each of six signs was carried out calculation of a population mean and dispersion; both for all signs, and for each class (as a class we understand here the individual presented in the training selection). Each of six signs has been given a quantitative assessment of informational content. According to these data the most significant signs for each species have been calculated, which have created a species-specific standard, and also signs for definition of intraspecific variability. So we have received the individual distinctions in a plumage microstructure connected with a habitat. The main result of a work is the possibility to identify the groups of individuals on plumage microstructure.

Keywords: microstructure of feather, identification of birds on the feather.

Введение

Проблема столкновения летательных аппаратов с птицами пока ещё далека от решения, вследствие этого исследования, связанные с идентификацией вида птицы, вызвавшего инцидент, не теряют своей актуальности. Важно не только установить вид птицы, но и установить его территориальную принадлежность, чтобы авиационные страховые компании смогли ответить на вопрос, на территории какого аэропорта произошло столкновение.

В наших микро-птилологических⁷ исследованиях мы используем новейшие неклассические методы видовой, популяционной и индивидуальной классификации птиц.

Исследования зарубежных орнитологов показывают наличие качественных и количественных межвидовых различий [1-3,5,8]. Внутривидовые колебания микроструктурных характеристик пока очень мало изучены и на эту тему имеется лишь незначительное количество работ [4].

Для формирования классов нами была использована сегментация признаков. Под сегментацией понимается их разбиение по отрядам, семействам, родам, видам, особям. Для количественной оценки информативности признаков⁸ был применён математический аппарат, базирующийся на однофакторном дисперсионном анализе, с помощью которого был проведён анализ обучающей выборки. [9,10]. В данной статье мы пытаемся изучить изменчивость перьевых структур групп особей кряквы (*Anas platyrhynchos* Linnaeus, 1758) и хохлатой чернети (*Aythya fuligula* Linnaeus, 1758), т.е. проследить индивидуальные различия особей, базирующиеся на микроструктуре пера.

⁷ Термин «птилология» был предложен в 1945 году в качестве общего термина для науки об оперении птиц. Он включает микроскопические исследования, т.е. микро-птилологию и морфологию пера, а также птерилографию, птерилогизис и птерилогизис птиц [6,7].

⁸ Информативность - это способность признака принимать одни значения на элементах одного класса и совершенно различные на элементах другого класса.

Материал и методы исследования

Исследовали структуру пуховых лучей (бородок второго порядка) чисто пуховых и комбинированных бородок (бородок первого порядка) из покровных перьев крыквы и хохлатой чернети, по одному перу от каждой особи [10].

Таблица 1 – Данные по крыкве

Особь	Птерилия	Происхождение особи	Число обнаружения	Пол, возраст
Крыква I	межлопаточная pteryia interscapularis	Республика Башкортостан (РБ), Кугарчинский район, д. Подгорное	20.09.2003	♀, ad
Крыква II	спинная pteryia dorsalis	РБ, Кугарчинский район, д. Подгорное	20.09.2003	♀, ad
Крыква III	межлопаточная	РБ, Кугарчинский район	2012	♂, ad
Крыква IV	спинная	Саратовская область	2012	ad
Крыква V	спинная	Костромская обл., Мантуровский район, река Унжа	04.05.2000	♂, ad
Крыква VI	межлопаточная pteryia interscapularis	г. Москва	07.04.2009	♂, ad

Таблица 2 – Данные по хохлатой чернети

Особь	Птерилия	Происхождение особи	Число обнаружения	Пол
Хохлатая чернеть 1	Спинная pteryia dorsalis	Азербайджан, Кызыл-Агач	январь 1985	♂, ad
Хохлатая чернеть 2	межлопаточная pteryia interscapularis	Московская область (МО)	19.09.1923	♂
Хохлатая чернеть 3	межлопаточная	г. Москва	12.12.2008	♂, ad
Хохлатая чернеть 4	межлопаточная	МО	10.05.1908	♂, ad.
Хохлатая чернеть 5	межлопаточная	г. Москва	22.01.2009	♀, ad.
Хохлатая чернеть 6	межлопаточная	МО	17.09.1906	♀, juv
Хохлатая чернеть 7	межлопаточная	МО	12.05.1908	♂, ad
Хохлатая чернеть 8	межлопаточная	МО	08.05.1908	♂, juv
Хохлатая чернеть 9	межлопаточная	МО	05.05.1907	♂, juv
Хохлатая чернеть 10	Покровное перо	МО	ноябрь 2005	♀, ad

Использовали методы препарирования, микрофотографирования и микро-морфометрии. Все измерения проводили на участках лучей с редуцированными узлами, наиболее удобными для измерения, типичными и стабильными для семейства утиных. Для каждого объекта при увеличении в $\times 200 - \times 400$ делали по 6 промеров (рис. 1), которые представляют собой соответствующее количество признаков, обозначенных следующим образом:

- P1 $\rho_{\text{узд}}$ – количество узлов (плотность) на 1 мм луча;
- P2 $l_{\text{межд}}$ – длина междуузлия;
- P3 $w_{\text{межд}}$ – ширина междуузлия, мк;
- P4 $l_{\text{узд}}$ – длина узла, мк;
- P5 $w_{\text{узд}}$ – ширина узла, мк;
- P6 $l_{\text{луча}}$ – длина типичного пухового луча, мм.

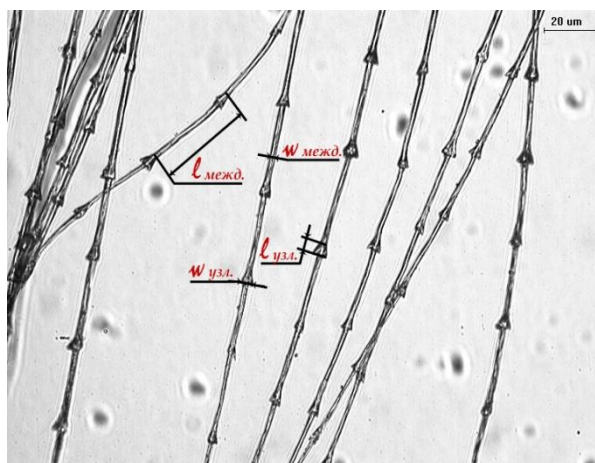


Рис. 1. Морфометрия пуховых лучей крыквы.

Для каждого признака каждой особи делали по 10 измерений. Длину типичного пухового луча измеряли на 10 объектах. Лучи для измерений выбирали из центра двух-трёх бородок базальных пуховых частей опахал. Длину луча вычисляли суммированием длин отрезков ломаной линии, совмещённой с пуховым лучом. Измерение плотности узлов пухового луча: из середины луча выбирали участок для исследования и моделировали его отрезками ломаных линий, длины отрезков ломаной линии суммировали, получив, таким образом, общую длину участка; количество узлов на данном участке делили на общую длину и получали плотность узлов.

Длину междоузлия измеряли вместе с одним узлом, чтобы избежать неточностей. Длину узла брали от начала характерного расширения междоузлия до вершины среднего зубца, принимая во внимание и пигментацию при её наличии (рис. 1).

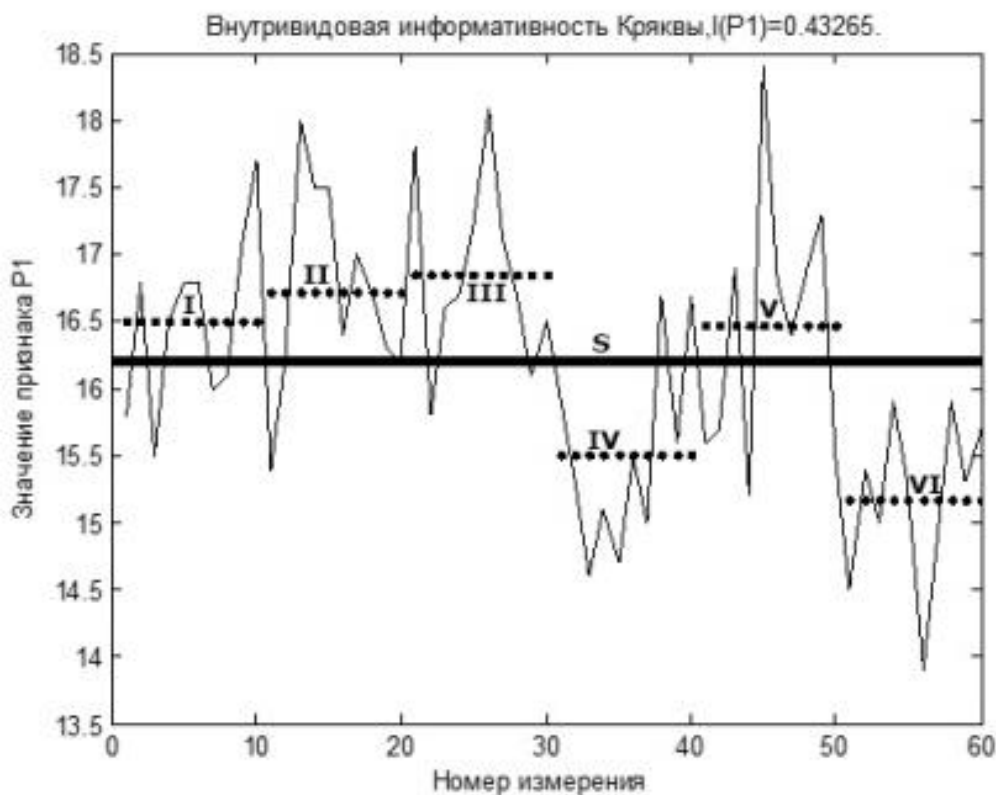
В качестве основного метода исследования нами был выбран статистический анализ, а именно однофакторный дисперсионный анализ. Под информативностью I будем понимать способность каждого из шести вышеперечисленных признаков принимать одни значения на элементах одного класса и совершенно другие — на элементах других классов [12]. Информативность I признака $\mathbf{X} = \{x_i\}$ рассчитаем на основе использования следующей формулы:

$$I = \frac{\sum_{k=1}^K n_k (\bar{x}_k - \bar{x})^2}{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}, \quad (1)$$

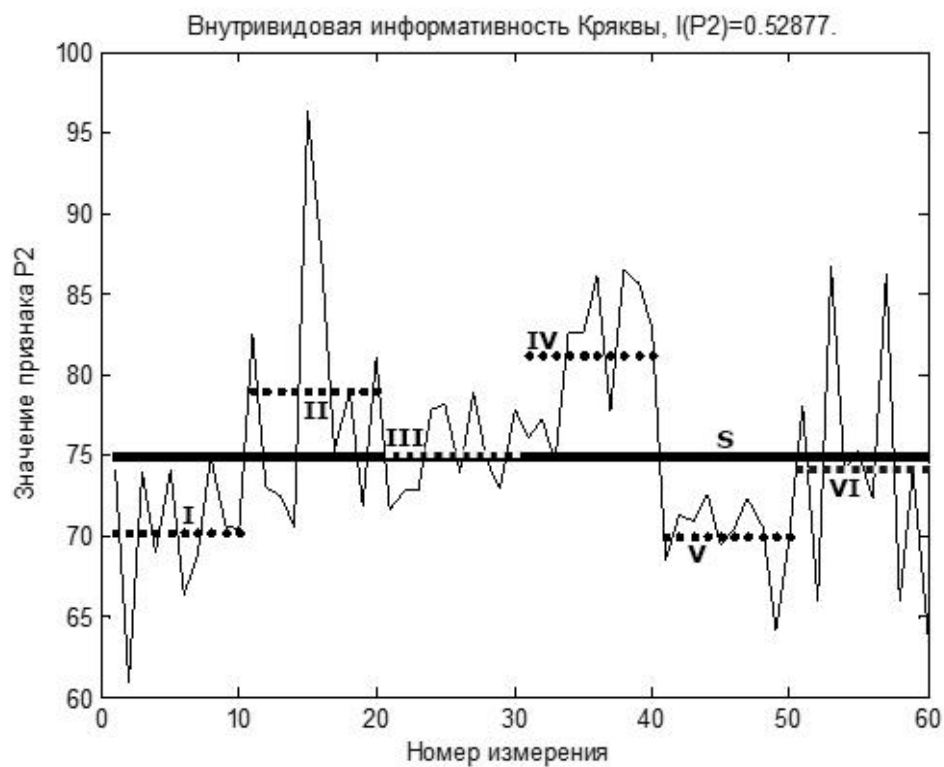
где \bar{x}_k, \bar{x} матожидание k -го класса и всей выборки соответственно, n_k - количество элементов обучающего k -го класса распознавания, а N - размерность исходного признакового пространства. Информативность I является безразмерной величиной, область её определения находится в диапазоне от 0 до 1. При этом информативность $I=1$ означает, что значения класса kI существенно отличаются от класса kn .

Результаты и обсуждение

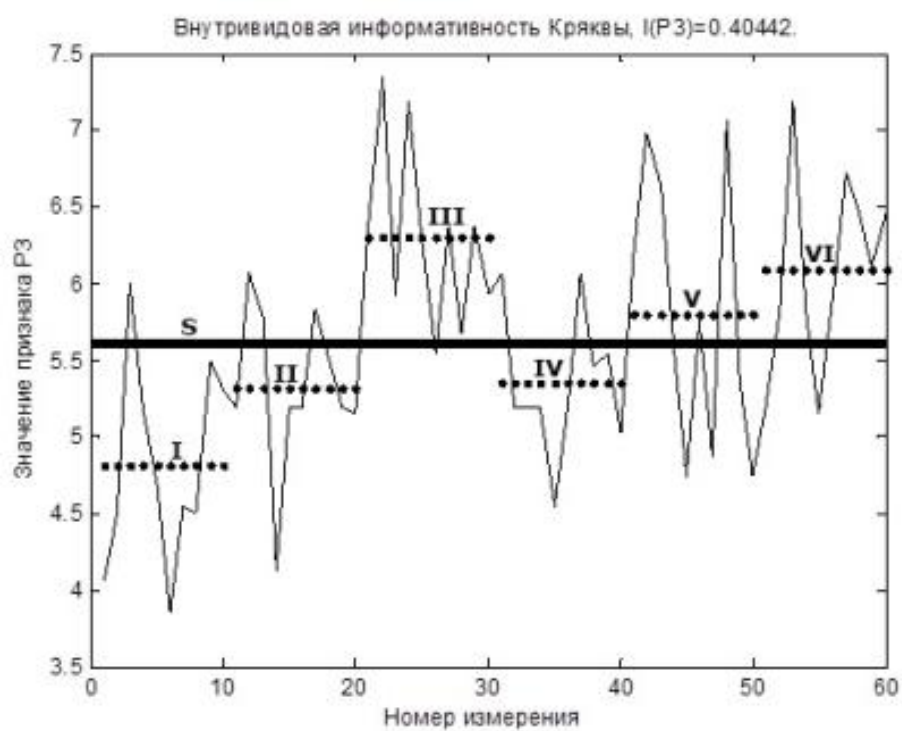
Для шести особей кряквы и десяти особей хохлатой чернети, по каждому из шести признаков была посчитана внутривидовая информативность I , которой сопутствовали расчеты матожидания и дисперсии как для всей выборке, так и для каждой особи. Матожидание по всей выборке обозначено буквой «S» (сплошная линия). Матожидание для каждой особи представлено штриховыми линиями. Для особей кряквы используется латинская нумерация, для особей хохлатой чернети – римская (рис. 2, 4).



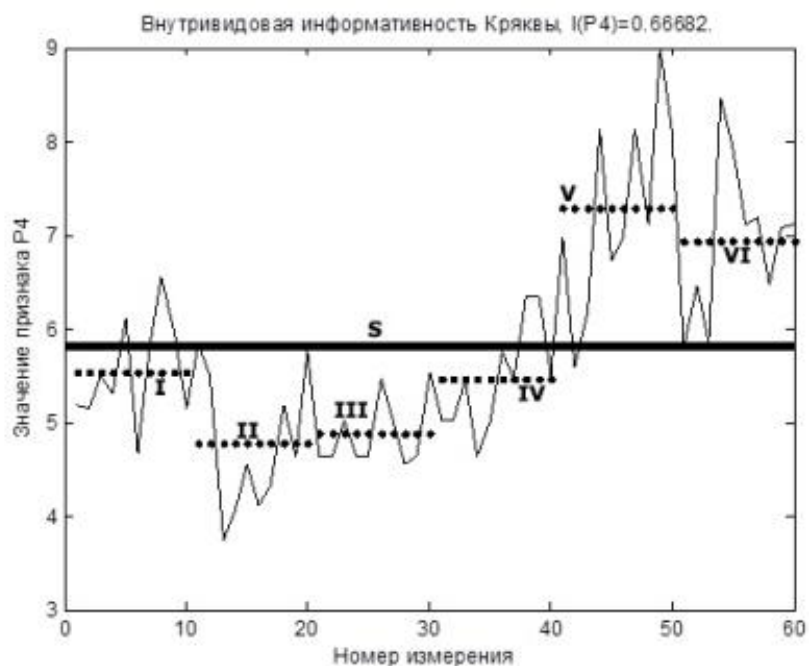
а



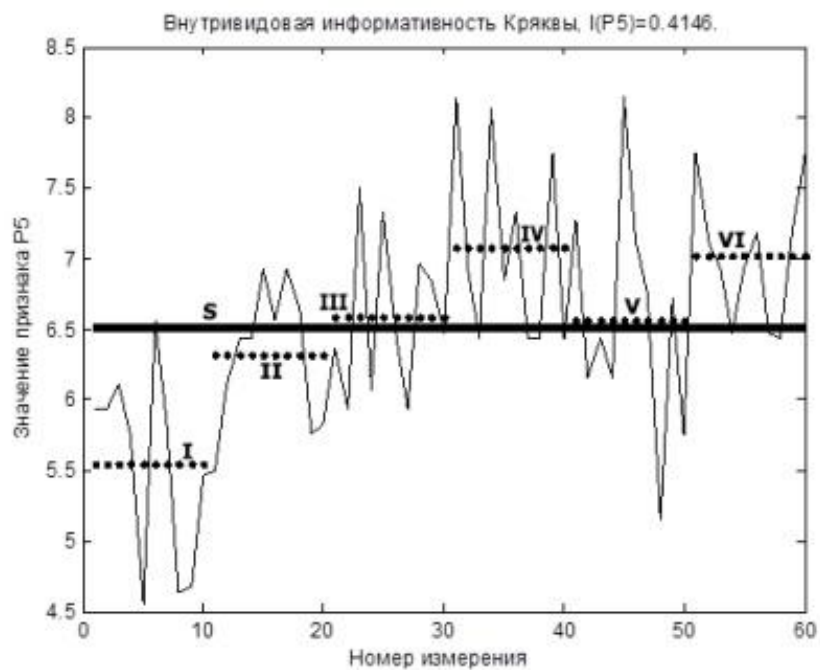
б



в



Г



Д

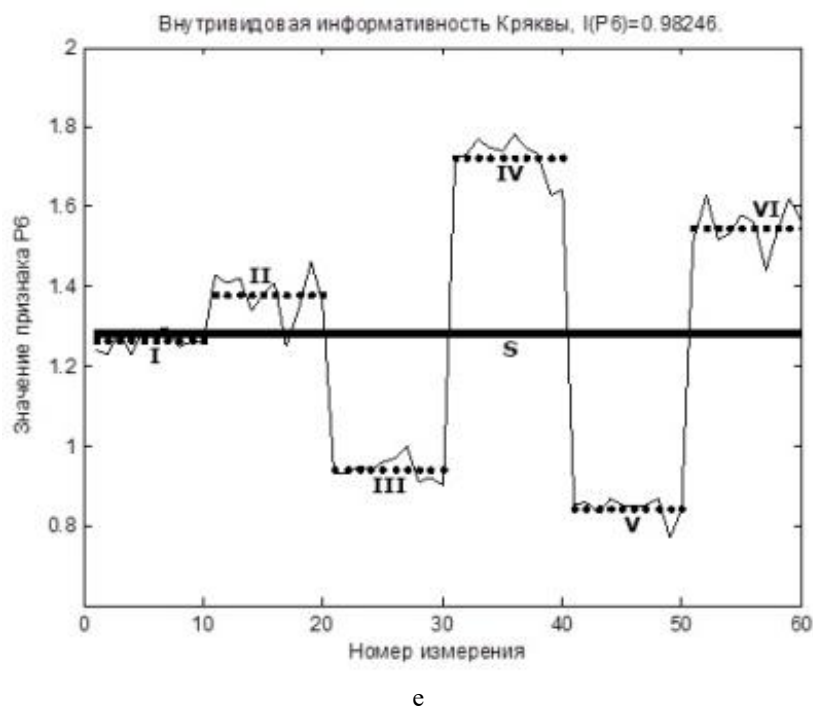
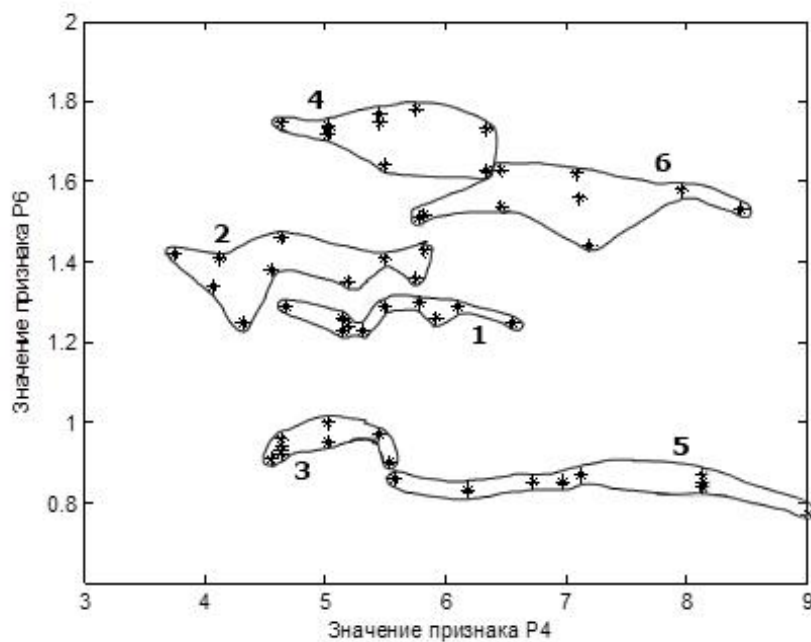


Рис. 2 – Внутривидовая изменчивость признаков для кряквы.

Таблица 3 – Количественные оценки информативности признаков для кряквы

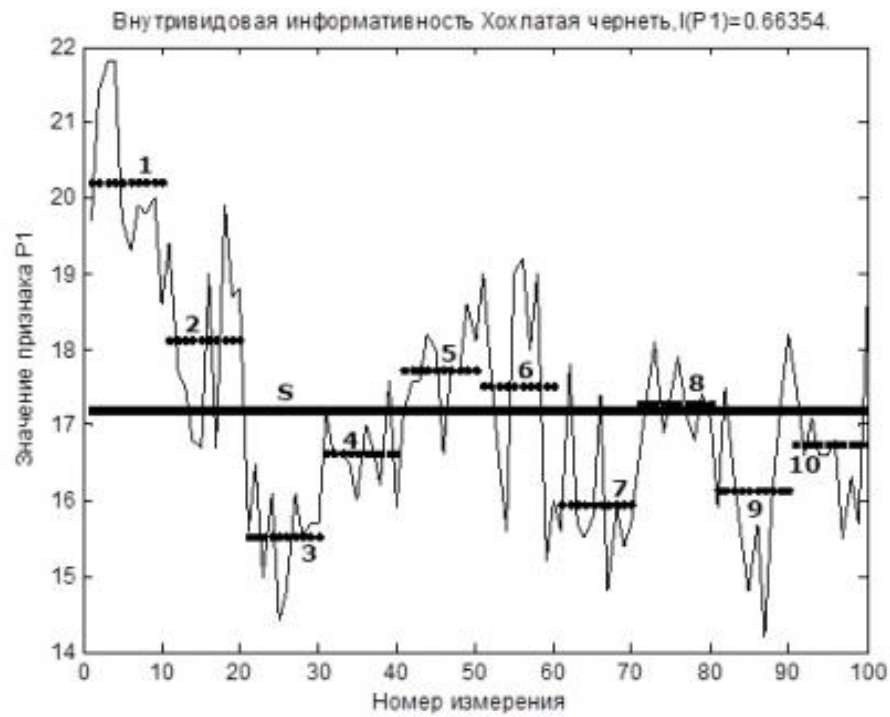
Внутривидовые различия по крякве						
Признак	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Информативность	0,43	0,53	0,4	0,67	0,41	0,98

Из таблицы 3 видно, что максимальные внутривидовые различия по крякве достигаются на следующих признаках: $P_6=0,98$, $P_4=0,67$ и $P_2=0,53$. Следовательно, наиболее информативными признаками для данного вида являются шестой и четвёртый. Используя эту информацию, визуализируем данные, отобразив их на плоскости (рис. 3).

Рис. 3 – Кластеризация данных по крякве в пространстве признаков P_6 и P_4 .

Из рисунка 3 видно, что каждая из представленных особей вида в выбранном нами пространстве информативных признаков достаточно хорошо кластеризуется. Другими словами для каждой особи кряквы имеется свой изолированный кластер.

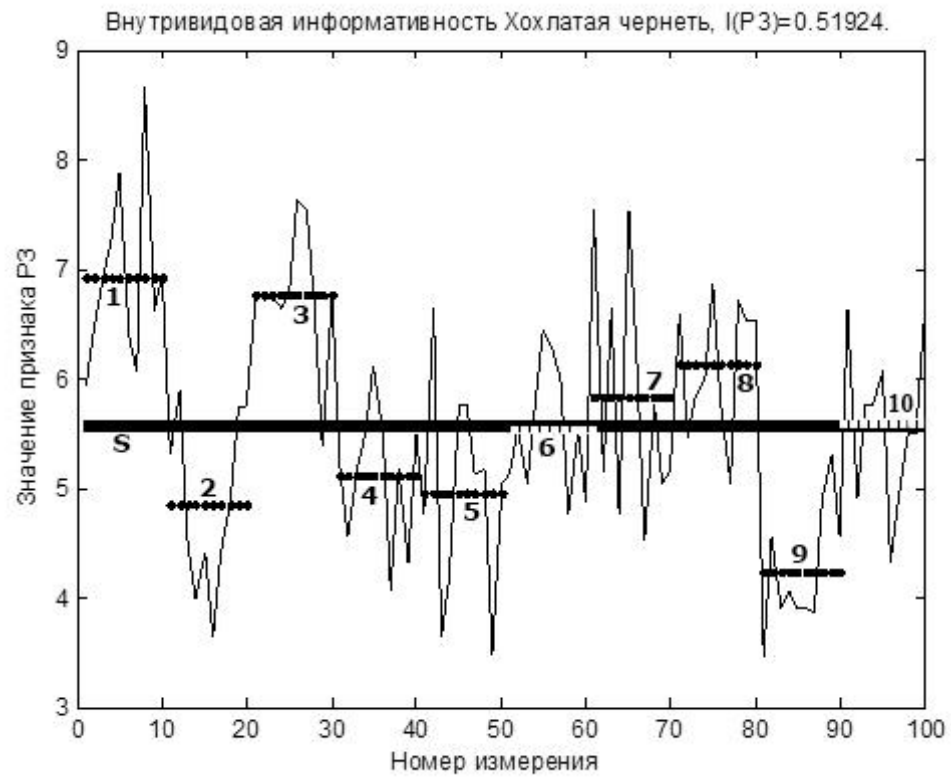
Проведем аналогичные расчеты внутривидовой информативности для хохлатой чернети, а результаты визуализируем на рисунке 4.



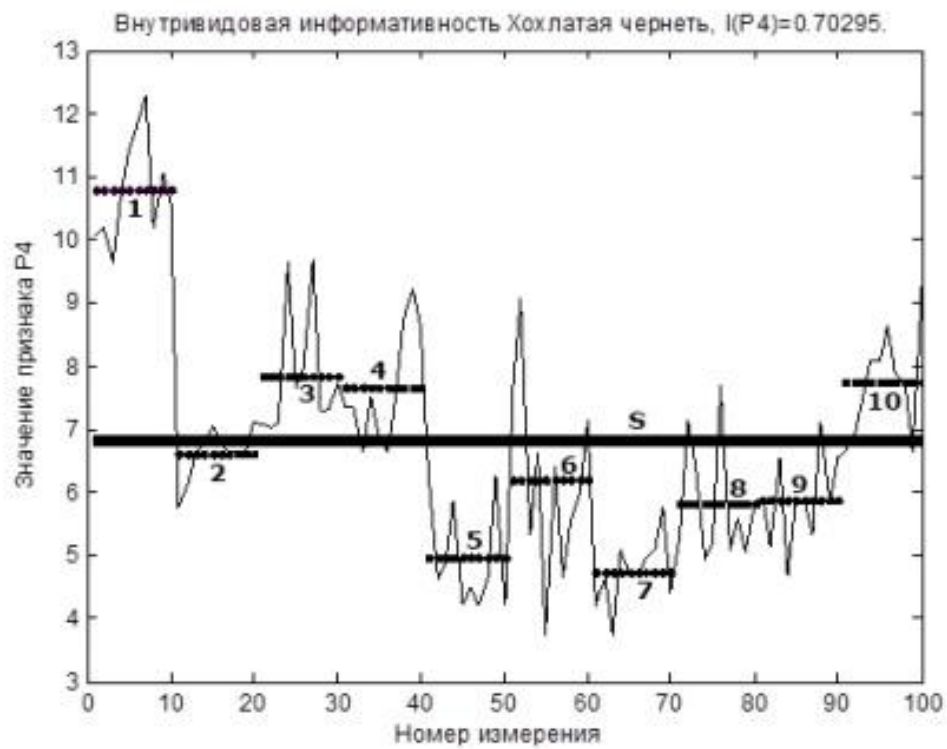
а



б



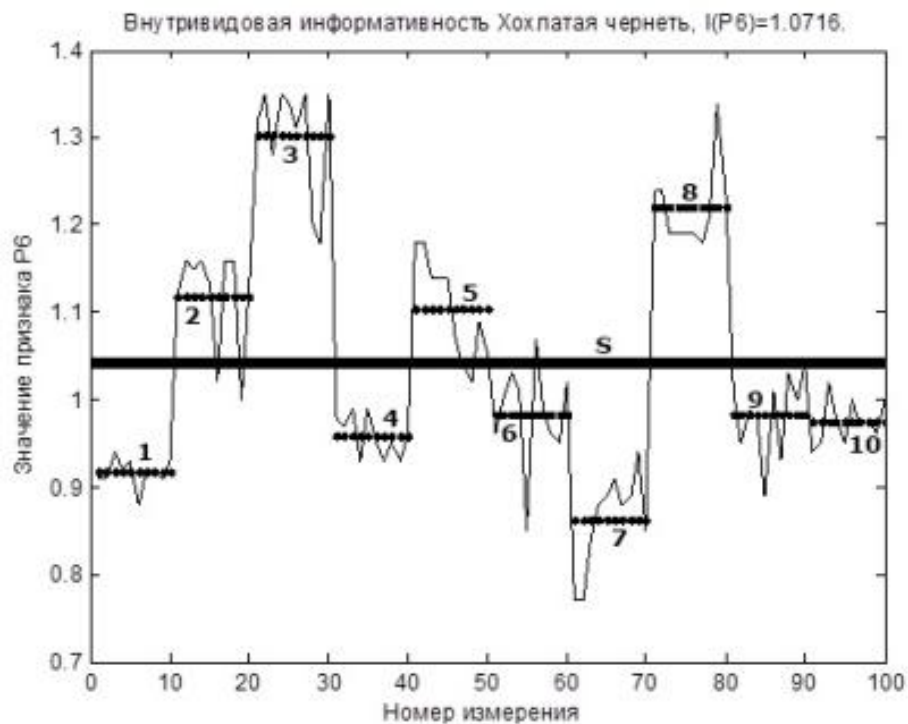
В



Г



д



е

Рис. 4 – Внутривидовая изменчивость признаков для хохлатой чернети.

Теперь попробуем оценить внутривидовые колебания фрагментов микроструктур кряквы и хохлатой чернети с точки зрения биологических факторов. Колебания микроструктурных данных оперения могут быть связаны с популяционной, половой и индивидуальной изменчивостью. Расположим данные по структурным измерениям всех особей кряквы и хохлатой чернети в зависимости от отклонения от средней линии S (рис. 2 и 4) в порядке от наибольшего отклонения к наименьшему для каждого признака. Линию S примем за микроструктурный видоспецифический эталон.

Таблица 4 – Отклонения от средней линии S по крякве и хохлатой чернети

Признак	Кряква, № особи	Хохлатая чернеть, № особи
P1	VI, IV, III, II, I, V (рис. 2а)	1, 3, 7, 2, 9, 5 4 10, 6, – 8 (рис. 4а)
P2	IV, V, I, II, VI, – III (рис. 2б)	1, 9, 3, 5, 7, 6, 8, 2, – 4, 10 (рис. 4б)
P3	I, III, VI, II, IV, V (рис. 2в)	1, 9, 3, 2, 8, 5, 4, 7, – 6, 10 (рис. 4в)
P4	V, VI, II, III, IV, I (рис. 2г)	1, 7, 5, 3, 4, 8, 9, 10, 6, – 2 (рис. 4г)
P5	I, IV, VI, II, – III, V (рис. 2д)	1, 9, 2, 8, 5, 6, 4, 7, 3, 10 (рис. 4д)
P6	V, IV, III, VI, – II, I (рис. 2е)	3, 8, 7, 1, 2, 4, 5, 10, 6, 9 (рис. 4е)

Для первого, третьего и четвёртого признаков по крякве характерен почти одинаковый отрыв микроструктурных данных от среднего значения линии S у всех особей. Во втором, пятом и шестом признаках данные некоторых особей лежат на средней линии (они выделены жирным шрифтом). Положение данных особи на средней линии или на небольшом расстоянии от неё свидетельствует о близости этих данных к видоспецифическому эталону. Таким образом, признаки с данными особей наименьшего отклонения от средней линии S являются наиболее показательными для специфики вида. Именно такие особи внесли наибольший вклад в формирование видоспецифического эталона. В выборке для кряквы - это второй, пятый и шестой признаки. Соответственно первый, третий и четвёртый признаки более удобны для выявления внутривидовой специфики микроструктуры

Попробуем теперь понять, как степень вариативности особей кряквы связана с популяционной принадлежностью. Три первые особи (табл. 1) были обнаружены в Республике Башкортостан. Три другие в центре Центральной России. Значит, всех особей можно разделить на две более или менее компактные группы. Далее мы видим, что данные всех трёх башкирских особей в некоторых признаках лежат на средней линии, значит эта обособленная и плотная группа в большей степени, чем другие особи данной выборки, формирует видоспецифический эталон.

Данные самцов (первые две особи) из РБ (табл. 1) в шестом признаке лежат на средней линии, данные самки (третья особь) (табл. 1) занимают линию S в других признаках (табл. 4). Можно предположить, что мы видим здесь половые различия в микроструктурных данных.

В целом в выборке по крякве мы имеем дело с индивидуальными и возможно популяционными микроструктурными различиями оперения. Для более чёткого выявления популяционных различий нужны выборки с хорошо обособленными группами. Однако и половые различия очень вероятно могут проявиться в более обширной обучающей выборке с наличием точных данных по полу для каждой особи.

По виду хохлатой чернети у нас имеется больше статистических данных, хотя преобладающее большинство особей принадлежат одной «московско-подмосковной популяции» и всего лишь одна первая особь относится к другой азербайджанской популяции. Эта особь довольно чётко выделяется на фоне остальных. Её вклад в видоспецифический эталон наименьший. Только лишь длина луча (признак Р6) согласуется с данными других особей (табл. 4). Из той же таблицы и рисунка 4 мы видим, что особи под номерами 2, 4, 6, 8, 10 внесли наибольший и примерно одинаковый вклад по первому, второму, третьему и четвёртому признакам. Таким образом, был выявлен видоспецифический эталон по микроструктурным признакам, сформированный определёнными особями по каждому из исследованных видов. Это относительно изменчивости, связанной с местом обитания.

Изменчивость по полу не проявляется, т. е. у данного вида не просматриваются микроструктурные особенности, соответствующие половым различиям.

Основной и главный вывод, который можно сделать из этой работы, касается возможности идентификации особей по микроструктурным данным оперения, т.е. наличия связи между микроструктурой пера и средой обитания представителей той или иной популяции птиц.

Авторы выражают благодарность Ю.А. Богдановой за техническую помощь.

Литература

1. Brom T. G. Microscopic identification of feathers and feather fragments of Palearctic birds // Bijdragen tot de Dierkunde. 1986. V. 56. P. 181–204.
2. Chandler A. C. A study of the structure of feathers with reference to their taxonomic significance // Univ. of Calif. Publ. 1916. V. 13. P. 243–446.
3. Dove C. J. Quantification of microscopic feather characters used in the identification of North American plovers // The Condor. 1997. V. 99. N 1. P. 47–57.
4. Gilroy B. A. Microscopic variation in plumulaceous barbules of the Rock Dove, *Columba livia* (Aves: Columbidae) / M. Sc. Thesis, Fairfax, VA: George Mason Univ., 1987. 59 p.
5. Hargrave L. L. Identification of feather fragments by microstudies // Am. Antiq. 1965. V. 31. P. 202–205.
6. Lucas A. M., Stettenheim P. R. Avian anatomy. Integument. Washington: US Dept. Agric., 1972. Parts 1, 2. 750 p.
7. May F. H. Ptilology – proposed name for the general study of the plumage of birds. Auk 62, 1945. p. 308.
8. Prast W., Shamoun J., Bierhuizen B. et al. BRIS: A computer based bird remains identification system. Further developments // Birds of Europe. CD-ROM, Amsterdam: ETI, 1996.
9. Silaeva O.L., Chernova O.F., Varaksin A.N. Opredelitel' ptic po peru i ego fragmentam. Otrjad Guseobraznye (Anseriformes) [Bird identification guide of feather and its fragments. Order Anseriformes] Moscow, Severtzov-Institute, 2015. CD-ROM, 269 p.
10. Silaeva O.L., Ilyichev V.D., Chernova O.F. Opredelitel' ptic po peru i ego fragmentam. Otrjad Vorob'inoobraznye (Passeriformes), Semejstvo Vranovye (Corvidae) [Bird identification guide of feather and its fragments. Orders: Passeriformes. Family Corvidae]. Saarbruecken: LAP LAMBERT Academic Publishing. 2012. 316 p.

11. Silaeva O.L., Ilyichev V.D., Chernova O.F., Varaksin A.N. *Opredelitel' ptic po peru i ego fragmentam. Otrjady: Kuroobraznye (Galliformes), Golubeobraznye (Columbiformes), Rjabkoobraznye (Pterocletiformes).* [Bird identification guide of feather and its fragments. Orders: Galliformes, Columbiformes, Pterocletiformes]. Moscow, Severtzov-Institute, 2013. 120 p. + CD-ROM.

12. Varaksin A.N., Kurenkov N.I., Lebedev B.D. *Metod ocenki informativnosti priznakov v zadachah obrabotki mnogomernykh dannykh* [Method of informational assessment of signs in problems of multidimensional data processing] // *Oboronnaja tehnika* [Defensive equipment]. 2003. № 10, P 81–84.

DOI: 10.18454/IRJ.2016.47.234

Чернышёв М.В.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Горнотаежная станция им. В. Л. Комарова

Дальневосточного отделения Российской академии наук

СРАВНИТЕЛЬНЫЕ АНАТОМО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ В ОЦЕНКЕ АДАПТАЦИИ ЧЕТЫРЕХ ВИДОВ ХВОЙНЫХ К УСЛОВИЯМ ЮЖНОГО ПРИМОРЬЯ

Аннотация

Объектами исследования по принципу интродуцент-местный вид были две пары *Pinaceae* в возрасте 25 – 30 лет, растущие на северном склоне дендрария Горнотаежной станции: *Abies nephrolepis* (Trautv.) Maxim. – *Abies sachalinensis* Fr. Schmidt, *Pinus sibirica* Du Tour – *Pinus koraiensis* Sieb. Et Zucc. С точки зрения анатомо-физиологических характеристик плотности устьиц, показателей пигментов хлоропластов и интенсивности транспирации более близки между собой сосны, чем пихты. Интродуценты расходуют влагу на транспирацию более экономно, чем местные виды.

Ключевые слова: интродуцент, транспирация, пигменты, устьица.

Chernyshev M. V.

Federal state budget institution of science Mountain-Taiga Station named after V.L. Komarov

of the Far Easten Branch of the Russian academy of sciences

COMPARATIVE ANATOMICAL-PHYSIOLOGICAL INDICES FOR ADAPTATION ESTIMATION OF FOUR CONIFEROUS SPECIES TO CONDITIONS OF SOUTH PRIMORYE

Abstract

Anatomo-physiological on four species of conifer with age of 25 – 30 years growing on the north slope of Mountain-Taiga station arboretum are given in the paper. The *Pinaceae* vapors at the age of 25 – 30 years growing on the north slope of Mountain-Taiga station were objects of research two: *Abies nephrolepis* (Trautv.) Maxim. – *Abies sachalinensis* Fr. Schmidt, *Pinus sibirica* Du Tour – *Pinus koraiensis* Sieb. et Zucc. From the point of view of anatomo-physiological characteristics of density of stomata, indicators of chloroplast pigments and speed of a transpiration pines, than firs are closer among themselves. Introduced species spend moisture for transpiration more economically than aboriginal species.

Keywords: introduced species, transpiration, pigments, stomata.

С общебиологической позиции взаимодействия структуры и функции в живых организмах всегда вызывали интерес у специалистов разного профиля. В самом деле, наличие или появление каких-то клеток, тканей, метаморфозов, а также изменение их количественных характеристик всегда имеют свою причину, значимость и, безусловно, влияют на метаболизм, рост и развитие организмов, определяя их адаптационный потенциал в конкретных условиях жизни, т.е. норму реакции или модификационную изменчивость. Другими словами, зная внешний вид (габитус) и внутреннее устройство (анатомию) тела организма, можно предполагать его функциональные (физиологические) возможности в различных экологических условиях. Это относится и к растениям, в том числе и видам, близким по их биосистематической принадлежности.

Общей задачей настоящих исследований является установление зависимостей между анатомическими и физиологическими показателями у парных объектов, по принципу «интродуцент – местный вид», с целью определения особенностей их адаптации к конкретным факторам среды.

Объектами же исследований были две пары древесных хвойных (*Pinaceae*): 1). пихта белокорая (*Abies nephrolepis* (Trautv.) Maxim.) – пихта сахалинская (*Abies sachalinensis* Fr. Schmidt); 2). сосна корейская (*Pinus koraiensis* Sieb/ et Zucc.) – сосна сибирская (*Pinus sibirica* Du Tour). Названные виды в возрасте 25 – 30 лет растут на северном склоне дендрария Горнотаежной станции в сходных (несколько затененных) условиях.

Методика исследования.

Чтобы рассчитать плотность устьиц на эпидерме, измеряли длину, ширину, толщину и площадь поверхности 10-ти хвоинок второго года. Площади поверхности высчитывали, исходя из приближенной к хвое фигуре – параллелепипеда. Но так как площадь последнего больше площади хвои, вводили поправочные коэффициенты, которые высчитывали после наложения формы поперечных срезов в середине хвои на прямоугольник (поперечник параллелепипеда). Для пихт эти коэффициенты составляли около 0,7, для сосен – около 0,6. Подсчет количества устьиц делали так: сначала считали количество рядков устьиц в каждом рядке. Количество устьиц на всей хвое пересчитывали на 1 мм² поверхности эпидермы. Это показатель является объективным маркером в оценке газообмена листа хвойных [1, 5]. Для получения морфометрических данных поперечных срезов хвои применяли микроскопы МБР-1, МБС-1 и измерительные лупы.

Одновременно в 10-кратной повторности измеряли транспирацию методом быстрого взвешивания по Л. А. Иванову [3] с применением торзионных весов ВТ-1000, экспозиция навески составляла 3 мин. Расчет интенсивности транспирации делали на сырую массу хвои. В данном случае важно было получать сравнительные скорости процесса,

а не их абсолютные значения. Пигменты хлоропластов хвой второго года анализировались и вычислялись спектрофотометрическим методом. Применяли спектрофотометр СФ-56А с компьютерной программой и стандартные уравнения для расчета содержания хлорофиллов и каротиноидов [7].

Результаты и обсуждение.

Результаты морфометрических показателей хвой пары пихта сахалинская – пихта белокорая свидетельствует о существенном их различии (табл. 1).

Таблица 1- Средние морфометрические показатели хвой второго года и распределение на ее эпидерме числа устьиц у двух видов пихты.

Древесная порода	Длина, мм	Ширина, мм	Толщина, мм	Площадь поверхности хвой, мм ²	Количество, шт		
					Рядков устьиц на хвое	Устьиц на хвое	Устьиц на 1мм ² поверхности хвой*
Пихта сахалинская	25,5	1,43	0,44	68,17	15,1	3765,1	52,5±1,6
Пихта белокорая	15,0	1,41	0,54	43,91	11,9	1599,9	36,4±1,0

Примечание. * В расчете числа устьиц на 1 мм² разность между средними значениями (16,1 шт.) больше утроенной основной ошибки разности (5,58 шт.), что означает существенное различие в плотности устьиц на хвое между двумя видами пихты.

Длина хвой на наш взгляд не может быть характерным биологическим индексом, поскольку она зависит и от экологических условий (света, влаги, почвенного плодородия). Близка у обеих пихт толщина хвой (1,43 и 1,41 мм). Из всех показателей, биологически значимыми являются число рядков устьиц и их плотность на 1 мм² поверхности. Остальные показатели зависят от длины хвой. Но главным анатомо-физиологическим маркером хвой в данных измерениях является количество устьиц на 1 мм² эпидермы хвой т. е. плотность устьичных апертур. Этот показатель существенно выше у пихты сахалинской (52±1,6) по сравнению с пихтой белокорой (36,4±1,0). Увеличение плотности устьиц на эпидерме обычно нарастает в условиях усиления освещенности и недостатка влаги в пределах вида. В нашем случае – это видовой признак, так как растения вегетируют примерно в одних условиях. Каков этот показатель у пихты сахалинской в своем родном ареале (о. Сахалин) нам пока неизвестно. Мы можем отметить лишь большую физиологическую активность хвой пихты сахалинской, учитывая ее скорость транспирации, превышающую в 2 раза скорость транспирации пихты белокорой именно в условиях дендрария Горностаежной станции (табл. 2).

Таблица 2 - Сравнительные результаты измерения интенсивности транспирации хвой второго года по принципу интродуцент-местный вид

Древесные породы	Средняя интенсивность транспирации, г/г сырого веса в час	Водный потенциал воздуха, бар	Дата и время дня, число измерений
Пихта сахалинская	0,175	- 330 бар	19.06.14 г. и 4.07.14г.. с 12 до 13.00, 20 измерений.
Пихта белокорая	0,085		
Сосна сибирская	0,14	- 360 бар	12.07.14 г., с 12 до 13.00, 10 измерений.
Сосна корейская	0,10		

В другой паре, сосна сибирская – сосна корейская нет больших различий в размерностях хвой, но весьма существенные значения в плотности устьиц на эпидерме хвой (табл. 3).

Таблица 3 - Средние морфометрические показатели хвой второго года и распределение ее на эпидерме числа устьиц у двух видов сосен.

Древесная порода	Длина, мм	Ширина, мм	Толщина, мм	Площадь поверхности хвой, мм ²	Количество, шт		
					Рядков устьиц на хвое	Устьиц на хвое	Устьиц на 1 мм ² поверхности хвой*
Сосна сибирская	105,2	0,98	0,82	278,6	9,0	8208,1	29,5±0,7
Сосна корейская	98,6	1,03	0,82	202,6	9,7	10187,6	50,6±1,5

Примечание. * В расчете числа устьиц на 1 мм² поверхности хвой разность между средними значениями (21,1 шт) больше утроенной основной ошибки разности (5,55 шт), что означает существенное различие в плотности устьиц на хвое между двумя видами сосен.

Однако значительное повышение плотности устьиц ($50,6 \pm 1,5$ шт.) у сосны корейской над сосной сибирской ($29,5 \pm 0,7$ шт.) дало иной эффект, чем у «пихтовой пары». Скорость транспирации у сосны сибирской, в дендрарии заметно выше, чем у сосны корейской, растущей в своем ареале. Надо полагать, этот факт тоже имеет межвидовое значение, но в другом смысле. Сосна корейская имеет более широкую амплитуду приспособляемости по отношению к свету и влаге, чем сосна сибирская. Она очень теневынослива в молодом возрасте, может расти на заболоченных местах и на сухих склонах. Возможно, именно поэтому она, имея более высокую плотность устьиц на хвое, способна к более подвижной регуляции газообмена, чем сосна сибирская, оказавшаяся в интродуцированных условиях.

К сожалению, нами количественно не учтен еще очень важный фактор – интенсивность образования эпикутикулярного воска на хвое, мощность которого, глазомерно, заметно выше у сосны корейской, чем у сибирской [4].

Особый интерес представляют пигментные характеристики двух пар хвойных с точки зрения оценки их фотосинтетического и адаптивного потенциалов (табл. 4 и 5).

Таблица 4 - Среднее содержание (мг/г сырой массы) и соотношение пигментов хлоропластов в хвое второго года двух видов пихты, растущих в дендрарии Горнотаежной станции, 13.06.14 г.

Древесная порода	Сумма пигментов	Хлорофилл а	Хлорофилл b	Σ хлорофиллов	Σ каротиноидов	Отношения	
						a/b	$\Sigma_{\text{хл.}}/\Sigma_{\text{кар.}}$
Сосна сибирская	1,60	1,00	0,40	1,40	0,20	2,50	7,00
Сосна корейская	1,32	0,83	0,31	1,14	0,18	2,68	6,33

Пара пихта сахалинская – пихта белокорая близки по морфологии и габитусу, но пихта сахалинская, оказавшаяся в островной изоляции (о. Сахалин), вероятно, приобрела некоторые анатомические черты, уже отличающиеся от своей родственницы пихты белокорой, растущей в условиях более жесткого климата Приморья (большие годовые амплитуды температуры воздуха и почвы). К сожалению и эту догадку придется доказывать. Судя же по цифрам, пихта сахалинская имеет больший фотосинтетический потенциал в условиях пониженной суммарной солнечной радиации на Сахалине по сравнению с пихтой белокорой. Об этом свидетельствуют показатели: сумма пигментов хлоропластов и абсолютные цифры хлорофиллов больше у пихты сахалинской, чем у пихты белокорой. Если наше предположение не верно, то показатели пигментов хлоропластов, их различия и сходимость, объясняются анатомическими эффектами. Например, развитие механических тканей в хвое пихты белокорой может быть большим (за счет клеток гиподермы), чем у пихты сахалинской. Поэтому необходимы дальнейшие анатомо-физиологические уточнения.

Пигментные показатели и их соотношения у другой пары сосна сибирская – сосна корейская практически одинакова (табл. 5). По-видимому, близкая по родству сосна сибирская сосне корейской в исходных световых условиях адаптируется по единому механизму фотоэнергетической адаптации [6], несмотря на различия в плотности устьичного аппарата, которая, вероятно, имеет прямое отношение к влажности воздуха и почвы, т. е. к водному режиму растений и среды.

Таблица 5 - Среднее содержание (мг/г сырой массы) и соотношения пигментов хлоропластов в хвое второго года двух типов сосен, растущих в дендрарии Горнотаежной станции, 13.06.14 г.

Древесная порода	Сумма пигментов	Хлорофилл а	Хлорофилл b	Σ хлорофиллов	Σ каротиноидов	Отношения	
						a/b	$\Sigma_{\text{хл.}}/\Sigma_{\text{кар.}}$
Сосна сибирская	1,87	1,12	0,45	1,57	0,30	2,49	5,23
Сосна корейская	1,89	1,12	0,46	1,58	0,31	2,43	5,09

В наших и подобных исследованиях присутствует одна методическая особенность, которую не просто учесть при обсуждении результатов, она заключается в следующем: когда мы сравниваем анатомо-физиологические или биометрические показатели у местных и интродуцированных растений весьма желательно иметь одновременные данные тех показателей у интродуцентов, растущих в пределах своих ареалов. Это бы помогло правильно сделать выводы – что происходит с интродуцентами, оказавшимися в условиях Приморья, в частности в дендрарии Горнотаежной станции? В конкретном плане, можно было бы с уверенностью утверждать о том, что изменение одних показателей (например, характеристик пигментов хлоропластов) явились результатом интродукции, а другие (например, густота устьиц на эпидерме) сохранились как видовые для данного растения и т. д. В общебиологическом плане речь о внутривидовых и новых адаптационных явлениях, которые возможны на этапах интродукции. Поднятые вопросы интересны с позиций эволюционных событий.

Выводы

В паре пихта сахалинская – пихта белокорая наблюдаются анатомо-физиологические закономерности: плотность устьиц в эпидерме хвои и интенсивность транспирации достоверно больше у пихты сахалинской, у нее несколько выше фотосинтетический потенциал в условиях недостатка света (если судить по пигментным характеристикам), по

сравнению с белокорой. В другой паре сосна сибирская – сосна корейская отмечены несколько иные закономерности: достоверно ниже лишь плотность устьиц в эпидерме сосны сибирской, пигментные показатели у обеих сосен практически одинаковы, а скорость транспирации заметно выше у сосны сибирской по сравнению с сосной корейской.

Создается впечатление, что приспособление фотосинтетического аппарата (хлоропластов и их пигментной системы) к конкретной световой обстановке происходит относительно независимо от приспособления к другим экологическим факторам, т. е. адаптация к свету формируется по единому фотоэнергетическому механизму [6]. Заметно, что в двух парах местные виды более экономно расходуют влагу на транспирацию, независимо от плотности устьиц на хвое, чем интродуценты (пихта сахалинская и сосна корейская).

Литература

1. Вернигора Е. Г., Чернышев В. Д. Производные эпидермы как показатели адаптивности хвойных растений // Биологич. исследов. на Горнотажной станции. Вып. 8. Владивосток: ДВО РАН, 2002. С. 131 – 135.
2. Гавриленко В. Ф., Ладыгина М. Е., Хандобина Л. М. Большой практикум по физиологии растений. М.: Высшая школа, 1975. 392 с.
3. Иванов Л. А., Силина А. А., Цельникер Ю.Л. О методе быстрого взвешивания для определения транспирации в естественных условиях // Бот. Журн. 1950. Т. 35. С. 171 – 185.
4. Чернышев В. Д., Воронина Л. Г. Изменение числа устьиц на хвое ели аянской и пихты белокорой в зависимости от высоты над уровнем моря // Воспроизводство лесных ресурсов Дальнего Востока. Сб. науч. тр, Уссурийск ПСХИ, 1983. С. 76 – 81.
5. Чернышев В. Д. Воск на эпидерме хвои голосеменных Дальнего Востока // Лесоведение. 1984. № 1. С. 68 – 73.
6. Чернышев В. Д. Принципы адаптаций живых организмов. Владивосток: Дальнаука, 1996. 383 с.
7. Шлык А. А. Определение хлорофиллов и каротиноидов в экстрактах зеленых листьев // М.: Наука, 1971. С. 170 – 174.

References

1. Vernigora E. G., Chernyshev V. D. Proizvodnye jepidermy kak pokazateli adaptivnosti hvojnyh rastenij // Biologich. issledov. na Gornotazhnoj stancii. Vyp. 8. Vladivostok: DVO RAN, 2002. S. 131 – 135.
2. Gavrilenko V. F., Ladygina M. E., Handobina L. M. Bol'shoj praktikum po fiziologii rastenij. M.: Vysshaja shkola, 1975. 392 s.
3. Ivanov L. A., Silina A. A., Cel'niker Ju.L. O metode bystrogo vzveshivaniya dlja opredelenija transpiracii v estestvennyh uslovijah // Bot. Zhurn. 1950. T. 35. S. 171 – 185.
4. Chernyshev V. D., Voronina L. G. Izmenenie chisla ust'ic na hvoe eli ajanskoj i pihty belokoroj v zavisimosti ot vysoty nad urovnem morja // Vosproizvodstvo lesnyh resursov Dal'nego Vostoka. Sb. nauch. tr, Ussurijsk PSHI, 1983. S. 76 – 81.
5. Chernyshev V. D. Vosk na jepiderme hvoi golosemennyh Dal'nego Vostoka // Lesovedenie. 1984. № 1. S. 68 – 73.
6. Chernyshev V. D. Principy adaptacij zhivyh organizmov. Vladivostok: Dal'nauka, 1996. 383 s.
7. Шлык А. А. Определение хлорофиллов и каротиноидов в экстрактах зеленых листьев // М.: Наука, 1971. С. 170 – 174.

ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ / CHEMISTRY

DOI: 10.18454/IRJ.2016.47.173

Коган В.Е.¹, Згонник П.В.², Шахпаронова Т.С.³, Черняев В.А.⁴

¹ORCID: 0000-0001-7848-3792, Профессор, доктор химических наук, ²ORCID: 0000-0001-8039-5169, Кандидат химических наук, ³ORCID: 0000-0003-0184-0039, Доцент, кандидат химических наук, ⁴ORCID: 000-0002-9255-7958, Аспирант; Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

КИНЕТИКА НЕФТЕПОГЛОЩЕНИЯ СТЕКЛООБРАЗНЫМИ СОРБЕНТАМИ ОРГАНИЧЕСКОЙ ПРИРОДЫ**Аннотация**

В статье на примере твердого (жесткого) стеклообразного пенополиуретана (производство ООО «Полипром», г. Санкт-Петербург), характеризующегося закрыто-ячеистой структурой, рассмотрено влияние формы и размеров сорбентов органической природы на кинетику нефтепоглощения. Установлено, что стеклообразный характер поверхности сорбента является необходимым, но не достаточным условием наличия максимумов на кинетических кривых нефтепоглощения в начальный период времени. На основании экспериментальных результатов сформулировано необходимое и достаточное условие наличия указанных максимумов

Ключевые слова: твердый пенополиуретан, кинетические кривые нефтепоглощения, стеклообразное состояние вещества, необходимое условие наличия максимумов на кинетических кривых нефтепоглощения.

Kogan V.E.¹, Zgonnik P.V.², Shakhparonova T.S.³, Chernyaev V.A.⁴

¹ORCID: 0000-0001-7848-3792, Professor, PhD in Chemistry, ²ORCID: 0000-0001-8039-5169, PhD in Chemistry, ³ORCID: 0000-0003-0184-0039, Associate professor, PhD in Chemistry, ⁴ORCID: 000-0002-9255-7958, Postgraduate; National Mineral Resources University (Mining University)

OIL ABSORPTION KINETICS BY VITREOUS SORBENTS OF ORGANIC NATURE**Abstract**

In the paper on the example of the rigid vitreous polyurethane foam (production of LLC "Poliprom", St. Petersburg), which is characterized by a closed-cell structure, influence of a form and the sizes of organic nature sorbents on oil absorption kinetics is considered. It is established that vitreous character of the sorbent surface is a necessary, but not sufficient condition of existence of maxima on kinetic curves of oil absorption in an initial stage of time. Based on the experimental results, the necessary and sufficient condition for the presence of these maxima is formulated.

Keywords: rigid polyurethane foam, kinetic curves of oil absorption, vitreous state of substance, necessary condition of existence of maxima on kinetic curves of oil absorption.

Глобальной задачей сегодняшнего дня является преобразование природных систем и освоение природных ресурсов без нанесения ущерба экосистеме. Загрязнение – это процесс ухудшения качества среды. При рациональном использовании среда загрязняется слабо, восстанавливая свое качество за счет процессов саморегулирования и самоочищения. Однако, если использование природной среды нерационально, то она уже не может самостоятельно (без проведения активной очистки) справиться с загрязнениями.

О значимости вопросов достижения чистоты экосистемы однозначно свидетельствует тот факт, что Президент Российской Федерации В.В. Путин, подписав 10.08.2012 г. Указ № 1157 «О проведении в Российской Федерации Года охраны окружающей среды в 2013 году», уже 05.01.2016 г. подписывает Указ № 7 «О проведении Года экологии в Российской Федерации в 2017 году».

Нефть и нефтепродукты – это одни из самых вредных загрязнителей окружающей среды. Все увеличивающаяся добыча нефти приводит к увеличению объемов загрязнения. Эти загрязнения экосистемы происходят как в штатных, так и в аварийных ситуациях. Наиболее тяжелые последствия имеют аварийные разливы нефти на поверхности акваторий.

12 км² – вот та площадь, которую может покрыть 1 т нефти на поверхности морской акватории. Образующаяся при этом пленка нефти приводит к повышению температуры поверхностного слоя воды, ухудшает газообмен, что приводит к уходу и гибели рыбы. Осевшая на дно нефть также вредит всему живому.

Безусловно, аварии, возникающие при наземной транспортировке, также наносят большой вред природе. Почва, подвергаясь воздействию нефти или нефтепродуктов, долго восстанавливает способность к плодородию. Однако в этих случаях нефть можно сжечь, что обеспечит минимальный урон почве. По отношению же к нефти на поверхности акватории это недопустимо, так как могут загореться нефть и вода, а обитатели акватории могут задохнуться из-за отсутствия растворенного в воде кислорода.

Выбор методов локализации и ликвидации разлива производится исходя из условий разлива и реальных возможностей, определяющихся имеющимися силами и средствами, а также местными условиями, связанными с разрешением использования сжигания и диспергаторов для защиты районов высокой экологической ценности. Технологии ликвидации разливов нефти – это, по существу, способы сбора и извлечения нефтепродуктов.

Технологии и специальные технические средства, применяемые для локализации разливов нефти на воде, должны обеспечивать их оперативное использование, а также надежное удержание нефтяного пятна в минимально возможных границах.

Толстые пленки нефти и нефтепродуктов обычно удаляют с поверхности акваторий механическими методами. Однако для удаления тонких пленок они неприемлемы. В этом случае в основном используют физико-химические методы, среди которых первостепенную роль имеет сорбционный метод.

Рынок промышленных нефтесорбентов характеризуется большим разнообразием. В то же время такие факторы как высокая стоимость, сложность использования и утилизации ограничивают их практическое применение. Отмеченное говорит о безусловной важности работ по разработке новых эффективных нефтесорбентов. Не вызывает сомнения то, что если в ближайшем будущем в области разработки нефтесорбентов не будут достигнуты позитивные результаты, то это «светлое будущее» будет весьма мрачным.

Разработка новых видов нефтесорбентов не должна производиться методом проб и ошибок, что, к сожалению, имеет место в большинстве работ. В основе этих разработок, как отмечается в работах [1, 2], должно лежать установление физико-химических закономерностей протекания процессов нефтепоглощения на разрабатываемых сорбентах и использование всего широкого ассортимента материалов для их получения.

Именно на этих принципах основаны работы, проводимые с 2012 г. на кафедре общей и физической химии Национального минерально-сырьевого университета «Горный» под руководством проф. В.Е. Когана.

Настоящая публикация продолжает цикл работ по исследованию физико-химических закономерностей поглощения нефти сорбентами со стеклообразной поверхностью, что до наших работ [1 – 6] никем не проводилось.

В качестве объекта исследования использован твердый (жесткий) стеклообразный пенополиуретан (ППУ) производства ООО «Полипром», г. Санкт-Петербург (далее ППУ-Питер), используемый в качестве строительной теплоизоляции. Исследование кинетики нефтепоглощения, проведенное в работе [1] для образцов ППУ-Питер фракции 3– 8 мм, показало, что кинетические кривые нефтепоглощения характеризуются наличием максимумов при 30 мин. Максимумы имеют место для всех исследованных нами нефтесорбентов со стеклообразной поверхностью [1 – 6].

ППУ-Питер характеризуется закрыто-ячеистой структурой. Открытые поры в исследованных образцах имеются в основном на их поверхности. Основными механизмами поглощения нефти для таких сорбентов являются: нефтепоглощение открытыми порами на поверхности раздела фаз (нефть – сорбент) и нефтепоглощение, обусловленное капиллярными силами, действующими, в частности, в пространстве порозности между образцами сорбента. Отсутствие дальнего порядка в стеклообразных материалах и их химически микронеоднородное строение, обоснованное в частности для неорганических стекол Р.Л. Мюллером [7, 8], наиболее вероятно, приводят к увеличению движущей силы второго механизма. Отмеченное способствует максимальному поглощению нефти с последующим вытеснением ее из капилляров и перетеканием в объем всей нефти. При этом через тот или иной промежуток времени достигается стационарное равновесие: количество нефти, втягиваемое в капилляр (пространство порозности между образцами), становится равным количеству нефти, возвращающемуся из сорбента в ее общий объем. Рассмотренное и обуславливает наличие максимумов на кинетических кривых нефтепоглощения в начальный период времени.

Исходя из сказанного выше можно заключить, что необходимым условием наличия максимумов на кинетических кривых нефтепоглощения является стеклообразный характер поверхности нефтесорбентов.

Для проверки того, является ли стеклообразный характер поверхности нефтесорбентов и достаточным условием, нами была исследована кинетика нефтепоглощения одиночным образцом ППУ-Питер (рис. 1 а) с размерами $l = 50$ мм, $b = 25$ мм и $h = 20$ мм. Как видно из рис. 2, кривая 1, для данного образца, как и для исследованных нами одиночных образцов нефтесорбентов на основе электровакуумного стекла С95-2 [2], максимума не наблюдается.

Уже только данный факт говорит о том, что стеклообразный характер поверхности нефтесорбентов является необходимым, но не достаточным условием наличия максимумов на кинетических кривых нефтепоглощения.

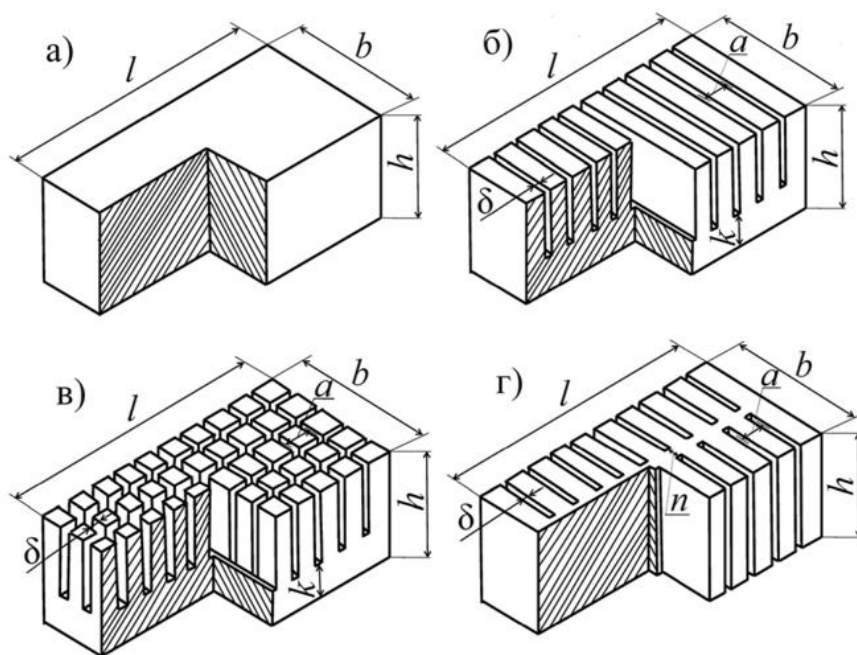


Рис. 1 – Формы одиночных образцов ППУ-Питер, исследованных в работе. Изометрическая проекция с вырезом 1/4.
 $l = 50$ мм, $b = 25$ мм, $h = 20$ мм, $a = 5$ мм, $\delta = 1$ мм, $k = 7$ мм, $n = 5$ мм

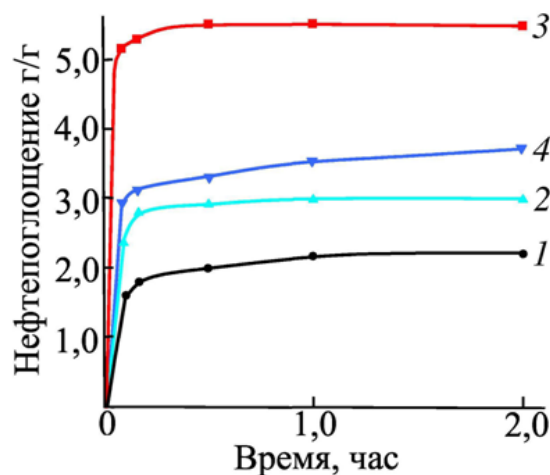


Рис. 2 – Кинетика нефтепоглощения одиночными образцами ППУ-Питер, приведенными на рис. 1.

1 – для образца формы а); 2 – для образца формы б);
3 – для образца формы в); 4 – для образца формы г)

В то же время использование хотя бы двух образцов при изучении кинетики нефтепоглощения приводит к наличию максимума (рис. 3), что указывает на необходимость для его наличия сорбции капиллярными силами, действующими в пространстве порозности между образцами сорбента, как превалирующем механизме поглощения нефти.

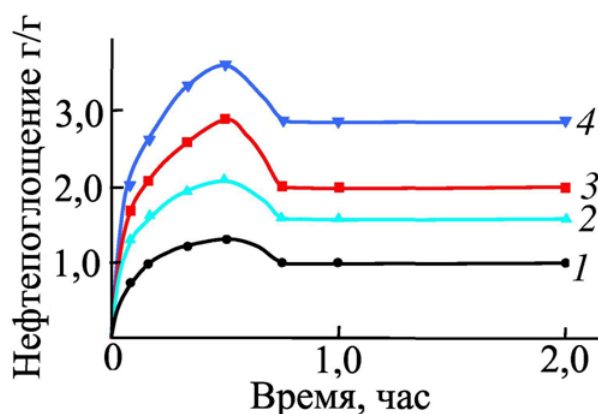


Рис. 3 – Кинетика нефтепоглощения двумя образцами формы а)
(рис. 1), контактирующими в ходе эксперимента по плоскостям $l \times h$.
1 – $h = 20$ мм; 2 – $h = 10$ мм; 3 – $h = 5$ мм; 4 – $h = 3$ мм

Важно отметить, что использование различных жестких структур (рис. 1, б – г) с прорезами, обеспечивающими наличие капиллярных сил, не приводит к максимумам на кинетических кривых поглощения (рис. 2, кривые 2 – 4). Таким образом, для наличия максимумов на кинетических кривых поглощения необходимо образование структуры типа коагуляционной, в которой твердые частицы сорбента связаны жидкой прослойкой нефти, оставаясь при этом подвижными. В пользу сказанного говорят и данные рис. 3. Действительно, по мере уменьшения величины h наблюдается все большее приближение к отмеченной коагуляционной структуре и как следствие растет нефтепоглощение, и более четкими становятся максимумы.

Об определяющей роли капиллярных сил в нефтепоглощении закрыто-ячеистых сорбентов говорит и увеличение нефтепоглощения в ряду сорбентов форм б) – г) – в) (рис. 1), которым отвечают соответственно кривые 2 – 4 – 3 (рис. 2). (При исследовании образцы форм б) и в) (рис. 1) находились в контакте с нефтью верхней плоскостью.) Действительно, в отмеченном ряду имеет место увеличение суммарной площади боковых поверхностей прорезей (табл. 1).

Таблица 1 – Расчет суммарной площади боковых поверхностей прорезей

Форма образца (рис. 1)	Формула для расчета суммарной площади боковых поверхностей прорезей	Величина площади, мм ²
б)	$18b(h + k)$	5850
г)	$18(b - n)h$	7200
в)	$(h - k)(18b + 8l - 144\delta)$	9178

Все сказанное позволяет заключить, что необходимым и достаточным условием возникновения максимумов на кинетических кривых поглощения нефти является стеклообразное состояние поверхности сорбента с закрыто-ячеистой структурой, обеспечивающей превалирующую роль механизма поглощения за счет капиллярных сил в пространстве порозности между образцами, которые, будучи связанными между собой прослойкой нефти, остаются подвижными.

Литература

1. Коган В.Е. Использование пеностекла и полимерных материалов в качестве эффективных нефтесорбентов / В.Е. Коган, П.В. Згонник, Д.О. Ковина, В.А. Черняев // Стекло и керамика. – № 12. – 2013. – С. 3 – 7. (Kogan V.E., Foam glass and polymer materials: effective oil sorbents / V.E. Kogan, P.V. Zgonnik, D.O. Kovina, V.A. Chernyaev // Glass and Ceram. – V. 70, N 11 – 12, 2014. – P. 425 – 428. doi: 10.1007/s10717-014-9594-1).
2. Коган В.Е. Рецептурно-технологические параметры получения нефтесорбентов на основе электровакуумного стекла С95-2 и закономерности сорбции ими нефти / В.Е. Коган, П.В. Згонник, Т.С. Шахпаронова, Д.О. Богатенко // Международный научно-исследовательский журнал. – 2016. – № 4 (46), Ч. 6 – С. 146 – 149. doi: 10.18454/IRJ.2016.46.144.
3. Коган В.Е. Нефтесорбенты из пеностекла и кинетика нефтепоглощения / В.Е. Коган, П.В. Згонник, Д.О. Ковина // Теория и практика современной науки: материалы IX Международной научно-практической конференции, г. Москва, 26 – 27 марта 2013 г. / Науч.-инф. издат. центр «Институт стратегических исследований». – М. Спецкнига, 2013 – С. 36 – 41.
4. Электровакуумные стекла молибденовой группы – перспективная материаловедческая основа создания нефтесорбентов и новых путей их получения / А.А. Гафиуллина, В.Е. Коган, П.В. Згонник, Т.С. Шахпаронова // Международный научно-исследовательский журнал. – 2015. – № 2 (33), Ч. 1. – С. 9 – 10.
5. Коган В.Е. Лабораторные исследования возможности изготовления сорбентов нефти и нефтепродуктов на основе малощелочных алюмоборосиликатных стекол / В.Е. Коган, П.В. Згонник, А.А. Гафиуллина // Нефтяное хозяйство. – № 8. – 2015. – С. 125 – 127.
6. Коган В.Е. Нефтесорбенты на основании стекол системы $K_2O - (Mg,Ca)O - P_2O_5$ и кинетика поглощения ими нефти и нефтепродуктов / В.Е. Коган, П.В. Згонник, Т.С. Шахпаронова, Д.О. Ковина // Международный научно-исследовательский журнал. – 2015. – № 11 (42), Ч. 3. – С. 50 – 51. doi: 10.18454/IRJ.2015.42.199.
7. Мюллер Р.Л. Химия твердого тела и стеклообразное состояние // Химия твердого тела. – Л.: ЛГУ, 1965. – С. 9 – 63.
8. Мюллер Р.Л. Электропроводность стеклообразных веществ: Сб. трудов. – Л.: ЛГУ, 1968. – 251 с.

References

1. Kogan V.E. Ispol'zovanie penostekla i polimernyh materialov v kachestve jeffektivnyh neftesorbentov / V.E. Kogan, P.V. Zgonnik, D.O. Kovina, V.A. Cher-njaev // Steklo i keramika. – № 12. – 2013. – S. 3 – 7. (Kogan V.E. Foam glass and polymer materials: effective oil sorbents / V.E. Kogan, P.V. Zgonnik, D.O. Kovina, V.A. Chernyaev // Glass and Ceram. – V. 70, N 11 – 12, 2014. – P. 425 – 428. doi: 10.1007/s10717-014-9594-1).
2. Kogan V.E. Rezepturno-tehnologicheskie parametry poluchenija nef-tesorbentov na osnove jelektrovakuumnogo stekla S95-2 i zakonornosti sorbcii imi nefi / V.E. Kogan, P.V. Zgonnik, T.S. Shahparonova, D.O. Bogatenko // Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal. – 2016. – № 4 (46), Ch. 6. – S. 146 – 149. doi: 10.18454/IRJ.2016.46.144.
3. Kogan V.E. Neftesorbenty iz penostekla i kinetika neftepogloshhenija / V.E. Kogan, P.V. Zgonnik, D.O. Kovina // Teorija i praktika sovremennoj nauki: materialy IX Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, g. Moskva, 26 – 27 marta 2013 g. / Nauch.-inf. izdat. centr «Institut strategicheskikh issledovanij». – M. Speckniga, 2013. – S. 36 – 41.
4. Jelektrovakuumnye stekla molibdenovoj gruppy – perspektivnaja materialovedcheskaja osnova sozdanija neftesorbentov i novyh putej ih poluchenija / A.A. Gafiullina, V.E. Kogan, P.V. Zgonnik, T.S. Shakhparonova // Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal. – 2015. – № 2 (33), Ch. 1. – S. 9 – 10.
5. Kogan V.E. Laboratornye issledovaniya vozmozhnosti izgotovlenija sorbentov nefi i nefteproduktov na osnove maloshhelochnyh aljumbo-borosi-likatnyh stekol / V.E. Kogan, P.V. Zgonnik, A.A. Gafiullina // Neftjanoe hozjajstvo. – № 8. – 2015. – S. 125 – 127.
6. Kogan V.E. Neftesorbenty na osnove stekol sistemy $K_2O - (Mg,Ca)O - P_2O_5$ i kinetika pogloshhenija imi nefi i nefteproduktov / V.E. Kogan, P.V. Zgon-nik, T.S. Shakhparonova, D.O. Kovina // Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal. – 2015. – № 11 (42), Ch. 3. – S. 50 – 51.
7. Mjuller R.L. Himija tverdogo tela i stekloobraznoe sostojanie // Himija tverdogo tela. – L.: LGU, 1965. – S. 9 – 63.
8. Mjuller R.L. Jelektroprovodnost' stekloobraznyh veshhestv: Sb. trudov. – L.: LGU, 1968. – 251 s.

DOI: 10.18454/IRJ.2016.47.112

Никитин Ю.Н.¹, Игизбаев М.Г.², Вайц К.А.³, Бодагов Д.Ю.⁴¹Доктор технических наук, ²соискатель, ³студент, ⁴студент

Сибирский казачий институт технологий и управления (филиал)

ФГБОУ ВО «МГУТУ имени К.Г. Разумовского (Первый казачий университет)», г. Омск

ПЯТЬДЕСЯТ ЛЕТ РАЗВИТИЯ ПЕЧНОГО ТЕХУГЛЕРОДА РОССИИ**Аннотация**

Изложены особенности развития ассортимента и технологии техуглерода из жидкого углеводородного сырья в России. Дан анализ технологий пористых марок техуглерода и уточнены установленные в СССР взаимосвязи его свойств с условиями порообразования и эффективностью применения в антистатических резинах. Обоснована эффективность разработки новых менее затратных технологий активных и электропроводящих марок техуглерода с значительно меньшей пористостью.

Ключевые слова: резина, техуглерод, шины, технология.

Nikitin Yu. N.¹, Igizbaev M.G.², Vaitis K.A.³, Bodaqov D.Yu.⁴¹PhD in Engineering, ²Applicant, ³Student, ⁴Student

Siberian Cossack Institute of technology and management (branch) of Federal State budgetary educational institution in

«MGUTU name K.G. Razumovsky (First Cossack University)», Omsk

FIFTY YEARS OF DEVELOPMENT FURNACE CARBON BLACK RUSSIA**Abstract**

Peculiarities of development range oven carbon from liquid raw materials in Russia. The analysis technology of porous carbon and refined varieties developed in the Soviet Union the relationship's properties with the conditions of pore formation and efficient application in antistatic rubber. Efficiency of development of new less expense technologies of active and electro-conducting brands of carbon black is reasonable with considerably less porosity.

Keywords: rubber, carbon black, tires, technology.

Громадные запасы углерода содержат недра земли в аморфном каменном угле и кристаллических формах графита, углеводородах нефти и газа и фуллеренах шунгитовых пород, а также в изношенных изделиях из рукотворных полимеров, загрязняющих природу и создающих проблему их утилизации [1-3]. Чистый углерод встречается в форме кристаллических самородков алмаза, образует карбоцепные полимеры и фуллерены. Сажу как продукт неполного сгорания углеводородов применяют в качестве чёрного пигмента для окраски бумаги, лаков, чернил, и других материалов, а с начала XX века в связи с бурным развитием автомобилестроения - для усиления синтетических каучуков и повышения износостойкости шин. Печная технология сажи из жидкого углеводородного сырья получила развитие в США после второй мировой войны благодаря экономичности, универсальности, лёгкости автоматизации и управления. С 1965 года в ходе ликвидации хрущёвских совнархозов и переподчинения отрасли Миннефтехимпрому СССР запуском новых производств техуглерода в Ярославле, Омске, Волгограде, Кременчуге и Нижнекамске положено начало развитию отечественной печной технологии [4].

Экономический кризис 90-х годов и распад СССР уменьшил количество шинных заводов в России и снизил объёмы производства оставшихся. В условиях снижения спроса на внутреннем рынке заводы техуглерода выживали, осваивая технологии активных марок по международным стандартам (ISO), разработанным на базе американских (ASTM), и в 1991 году Омск первым в отрасли начал поставки N220 японской фирме Бриджстоун. До 2000 года сертифицировали соответствие качества продукции требованиям ISO 9002-1996 и освоили производство активных марок N121, N234, N299, N326, N330, N339, N347 и полуактивных N550, N650, N660 и N772 по ASTM D1765. Одновременно увеличивали производство П245 (ПМ-105), П234 (ПМ-100), П324 (ПМ-75) и П514 (ПМ-50) по ГОСТ 7885-86 для отечественных заводов. К 2005 году модернизация увеличила годовой объём до 201 тыс.т., а в 2007 году объединение с Волгоградским заводом – до 261 тыс.т., и ОАО «Омсктехуглерод» становится ведущим производителем техуглерода в России. Второй экономический кризис снизил объём производства до 203 тыс.т., но к 2010 году он был восстановлен и достиг 40% всего объёма, а в тройку лидеров вошли также Ярославский (32%) и Нижнекамский (17%) заводы. Россия становится мировым лидером по объёму экспорта техуглерода в тыс.т. (375), за ней были Китай (233), Египет (222), Канада (149), Тайланд (146) и США (144). Печная технология продолжает развиваться, а с запуском ещё одного завода техуглерода в Белоруссии увеличатся объёмы экспортных поставок. Потребителями техуглерода являются фирмы по производству шин – Континенталь и Бриджстоун (Япония), Гудьир (США) и Мишлен (Франция), Пирелли (Италия) и Семперит (Австрия), Митас (Чехия) и ОАО «Белшина».

С 2001 года Омский завод выпускает пористый техуглерод марок УМ-66 (П164) по ТУ 38 10001-94 и УМ-76 (П185) по ТУ 38 10002-02 и технической документации ЗАО «Химпласт». Первые пористые марки ПМЭ-80В (П367Э) по ТУ 38.11518-85 и ПМЭ-100В (П267Э) по ТУ 38.11574-86 были внедрены во ВНИИТУ в 80-х годах, а УМ-66 и УМ-76 при более высокой дисперсности уступали ПМЭ-100В по электропроводности резин [5]. Наиболее электропроводящим был аналог Кетьенблек ЕС - техуглерод П399Э по ТУ 38.41582-86 [6], и сложилось однозначное мнение [7], что повышение пористости является основным способом улучшения электропроводящих свойств техуглерода. В технологии ПМ-100 было установлено наибольшее влияние на электропроводность резин повышения его удельной общей поверхности, которая при окислении техуглерода также повышалась, но электропроводность резин снижалась и лучше коррелировала с его йодным числом [8]. Поэтому исследовали порообразование и в исходных образцах ПМ-100, и после окисления в воздушном термостате (12 ч при 350-450°C), путём нагрева их в токе аргона до 950°C и газификации водяным паром или смесью его с аргоном (1:1), а пористость повышали количеством циклов нагрев-газификация [9-11]. В технологии ПМ-100 газифицировали как сформировавшиеся частицы после разложения сырья, так и в процессе их формирования и термоокислительного разложения сырья. После разгрома на

учёном совете ВНИИТУ доклада Р.К. Арутюняна [12] за критику представлений о техуглероде опубликованные результаты 80-х годов были забыты, поэтому дополнены расчётами макропористости частиц по относительному повышению их удельной внешней поверхности от уровня базовой марки и представлены на рис.1.

Порообразование на сформировавшихся частицах техуглерода ПМ-100 в печной технологии и при газификации полученных из него пористых образцов ПМЭ-100В приводит одновременно с увеличением микропористости к появлению и увеличению количества макропор (кривые 1). Доступность макропор для больших молекул адсорбата увеличивает структурность техуглерода по адсорбции ДБФ и дисперсность, оцениваемую удельной внешней поверхностью по ЦТАБ. Воздействие же на образцы ПМ-100 циклов нагрев-газификация, независимо от степени их предварительного окисления, ускоряет рост микропористости и показателя удельной общей поверхности без изменения установившейся зависимости макропористости и структурности от удельной внешней поверхности (кривые 2). Газификация углеродных частиц в условиях разложения сырья повышает их микропористость и удельную общую поверхность и уменьшает даже их диаметр и препятствует этим их агрегированию, в результате чего растёт и удельная внешняя поверхность техуглерода при малых изменениях показателя его структурности (кривые 3). Со снижением температуры формирования частиц до уровня ПМ-75 уменьшается упорядоченность их микроструктуры, что ускоряет рост макропористости до уровня, который у ПЗ99Э в два раза превышает микропористость (кривые 4). По структурности ПЗ99Э превосходит ПМ-75 более чем в два раза по сравнению с увеличением её у П267Э всего на 42% от уровня ПМ-100. В условиях порообразования циклами нагрев-газификация в частицах ПМЭ-80В (кривые 5) и ПМ-75 (кривые 6) микропористость растёт быстрее, чем в печной технологии, при этом зависимости структурности и макропористости от показателя дисперсности не изменяются.

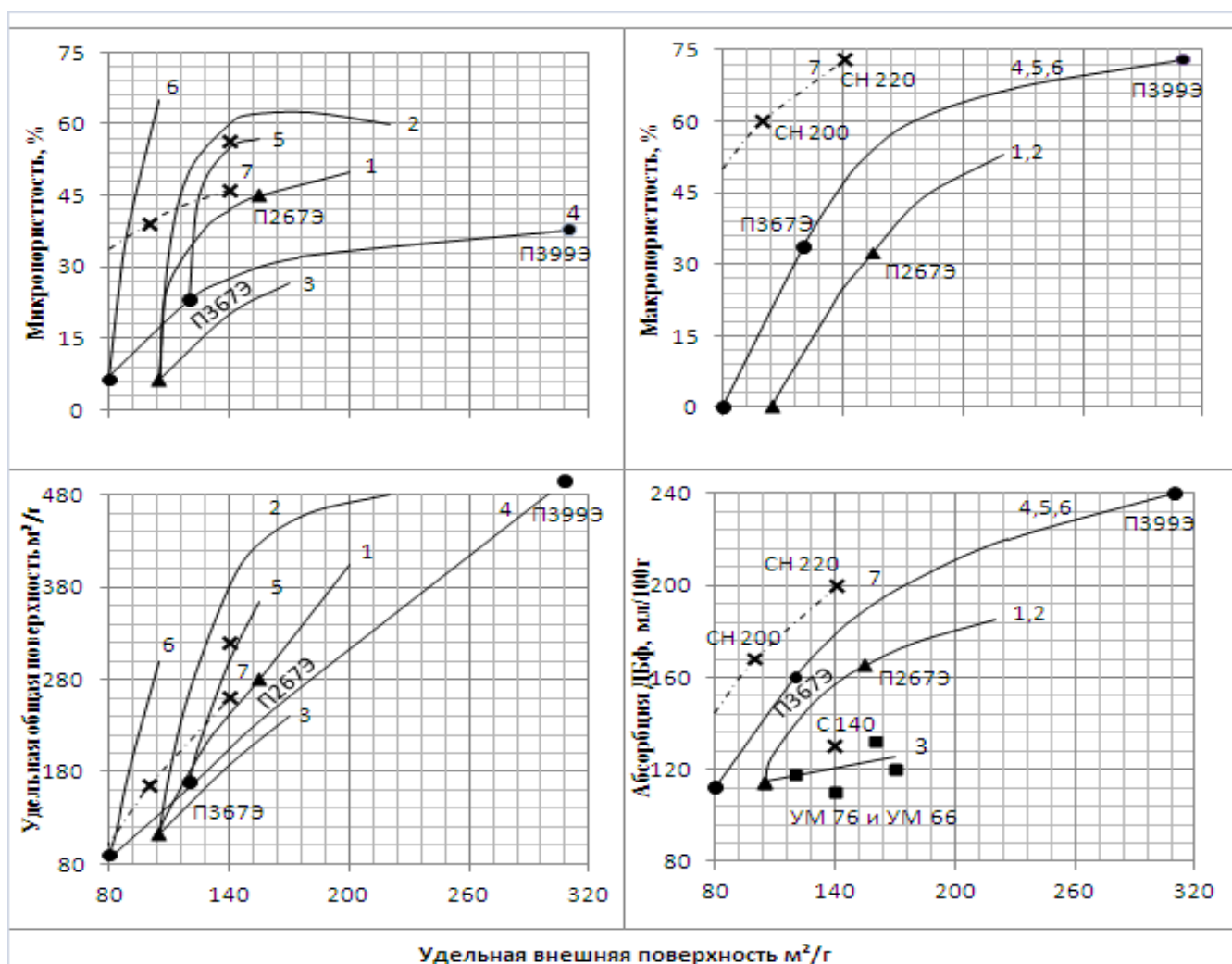


Рис.1. – Влияние условий порообразования на показатели пористости техуглерода:

- 1 – технология ПМ-100 и газификация ПМЭ-100В; 2 – газификация образцов ПМ-100;
- 3 – формирование частиц с газификацией в технологии ПМ-100; 4 – технология ПМ-75;
- 5 – газификация ПМЭ-80В; 6 – газификация ПМ-75; 7 – технология N550 (С40).

Представления о техуглероде как ароматическом полимере с донорно-акцепторной природой взаимодействий между его молекулами дают научное объяснение недостаткам печной технологии пористых марок и обосновывают новые технологические возможности повышения их усиливающих свойств до уровня серийных [13,14]. В результате реакций газификации олигомеров на поверхности агрегатов техуглерода растёт межагрегатное взаимодействие, что снижает качество их диспергирования в каучуках и усиливающий эффект в резине, а исправляется недостаток высокотемпературным перераспределением олигомеров изнутри через поры на их поверхность. Электроразогрев техуглерода П267Э до 1200°C не только укрупняет графитоподобные плоскости, но также восстанавливает

олигомерную составляющую микроструктуры его поверхности, что повышает на 12-13% прочность резин на основе БСК и снижает на порядок их удельное объёмное электрическое сопротивление. Макропоры всегда повышают электропроводность резины за счёт диффузии в них полярных компонентов и фрагментов эластомерной среды, поэтому макропористый техуглерод нового поколения ПЗ99Э сохраняет превосходство перед П267Э и по усиливающим свойствам резин, и в два раза - по электропроводящим [5]. По сравнению с ним в двух образцах серии «ОМКАРБ» [15], полученных в печной технологии газификацией более крупных частиц техуглерода N550 (C40), близкий порядок макропористости – 60% (СН-200) и 73% (СН-220) достигнут при меньшей удельной внешней поверхности (кривые 7). Третий образец С140 менее перспективен в применении как продукт термоокислительной газификации, а полимерную природу техуглерода и технологии повышения усиливающих свойств пористых марок оппоненты замалчивают [16]. В США термическое укрупнение ароматических молекул называют «электрополимеризацией» и запатентовали одновременно со снятием по известным причинам запретов в России на публикации, угрожавшие их национальным интересам [4].

Микропоры непосредственно не влияют на электропроводность резин, так как недоступны для больших молекул электроактивных добавок, но часто становятся косвенной характеристикой чистоты, упорядоченности структуры и химической природы поверхности агрегатов [8-10]. Техуглерод ПМЭ-100В и наполненные им резины более электропроводны, чем гидратированные продукты термоокислительного разложения сырья или газификации ПМ-100, содержащие большое количество ОН-групп, но и его электропроводность не связана с макропористостью [7]. Это подтверждают результаты длительной термообработки техуглерода ПМ-105 с дезактивацией водородом, в ходе которой идёт перекристаллизация поверхности его агрегатов с полимеризационным укрупнением графитоподобных молекул-плоскостей и превращением части микропор в макропоры (табл.1). Такая модификация углеродной поверхности начинается уже при 900°C [17], а продукт её при незначительной макропористости в полтора раза превосходит по показателю электропроводности резин (ρ_v) техуглерод ПМЭ-100В и более чем на порядок - продукт одного цикла газификации ПМ-105. Поэтому для антистатических и электропроводящих резин дешевле получать низкопористые активные марки техуглерода высокотемпературной электрополимеризацией базовой марки.

Таблица 1 – Влияние техуглерода ПМ-105 и продуктов его высокотемпературных модификаций на свойства стандартных вулканизатов на основе каучука СКМС-30АРК

Показатели пористости техуглерода и свойства вулканизатов		ПМ 105 исходный	Один цикл его нагрева и газификации	Термообработка 6 ч при 1100°C и дезактивация водородом	ПМЭ-100В
Удельная поверхность, м ² /г	внешняя	108	109	125	160
	общая	112	156	176	275
Пористость, %	макро	нет	нет	13,6	32,5
	микро	3,6	30,1	29,0	41,8
Напряжение при удл 300%, МПа		16,4	9,5	8,9	8,0
Прочность при растяжении, МПа		27,0	25,6	24,5	22,0
Относит удлинение при разрыве, %		400	590	600	630
Эластичность, %		34	33	33	32
Твёрдость по ТМ-2, усл.ед.		74	72	72	70
Уд. объёмн. электр. сопрот., Ом*м		17,71	6,45	0,56	0,83

Техуглерод ПМО-101Н не подошёл как заменитель газового канального, так как нуждается в окислительной деполимеризации молекул, [18], а об электрополимеризации их узнали только после распада СССР [19-21], когда западные производители шин и даже техуглерода («Кэбот») уже занимались нанокompозитами [22,23]. Политизированность стремительно развивающейся печной технологии привела в 2000 году к территориальному отделению западных секретных технологий новых марок и нанотехнологий от технологий базовых марок, которые производят любые страны остального мира и поставляют по отработанным до мелочей стандартам США. Статья преследует цель передать молодому поколению забытые достижения в технологии печного техуглерода для развития экономики поднимающейся России и напомнить о реальной опасности помешать этому.

Литература

- Орлов В.Ю., Комаров А.М., Ляпина Л.А. Производство и использование технического углерода для резин. – Ярославль: Изд. Александр Рутман, 2002. – 512с.
- Гамлицкий Ю.А., Швачич М.В. и др. Резины с наполнителями на основе шунгитовых пород, содержащими гиперфуллереновые структуры. // Резиновая промышленность. Сырьё, материалы, технология: Матер. XV Межд. науч.-практ. конф. - М., 2009. - С. 115.
- Кулезнёв В.Н., Шершнёв В.А. Химия и физика полимеров. М.: Колос С, 2007. - 367с.
- Никитин Ю.Н. Сто лет усиления шинных резин техуглеродом. // Образование и наука без границ – 2013: Материалы IX Междунар. науч.-практ. конф. – Przemysl, 2013. V.41, - S. 7 – 17.
- Никитин Ю.Н. К пятидесятилетию технологий активного печного техуглерода СССР. // Research Journal International Studies, 2016, №4 (46), Ч. 6. - С. 153-156.
- Никитин Ю.Н., Ходакова С.Я., Аникеев В.Н. К вопросу об ассортименте пористых разновидностей печного техуглерода для антистатических и электропроводящих резин. // Каучук и резина. – 2005 - №4. - С. 20 – 23.
- Verhelst W.F., Wolhuis K.G. // Rubb. Chem. Technol., 1977, V.50, №4. – P.735-746.

8. Карелина В.Н., Никитин Ю.Н., Орехов С.В., Аникеев В.Н. Влияние физико-химических свойств и особенностей получения печного активного технического углерода на электропроводность вулканизатов. // Производство шин, РТИ и АТИ. М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1977. №12. - С 14 - 15.
9. Никитин Ю.Н., Корнев А.Е., Расторгуева Н.Н., Червяков П.И. О роли пористости печного техуглерода в повышении электропроводности вулканизатов. // Каучук и резина. 1983. №1. - С. 20 – 23.
10. Никитин Ю.Н., Корнев А.Е., Устинов В.В. О факторах, определяющих электро-проводящие свойства технического углерода. // Каучук и резина. 1983. №3. - С. 20 – 22.
11. Никитин Ю.Н., Расторгуева Н.Н., Корнев А.Е., Карелина В.Н. Применение адсорб-ционных методов анализа для экспресс-контроля качества электропроводящего техуг-лерода. // Производство шин, РТИ и АТИ. М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1983. №11. - С 24 - 27.
12. Арутюнян Р.К. Критика существующего представления о поверхности технического углерода. // Каучук и резина. 1982. №2. - С.29-31.
13. Никитин Ю.Н., Ходакова С.Я., Аникеев В.Н. Повышение эффективности применения пористого печного техуглерода электроразогревом в массе. // Каучук и резина. - 2007. - №1. - С. 28 – 29.
14. Никитин Ю.Н. Основы усиления резины печным техуглеродом. // Проблемы шин и резинокордных композитов: Материалы XXIII симпозиума. - М., 2012. Т. 2 - С.64 - 80.
15. Караваяев М.Ю., Раздьяконова Г.И., Стрижак Е.А. и др. // Каучук и резина, 2014.-№1.-С.40; 2014.- №2.-С.38.
16. Каучук и резина. 2013. №3. – 76с.
17. Boehm H.P. Struktur und Oberflächeneigenschaft von Russen. // Farbe und Lack, 1973, №5.- S.419-430.
18. Шварцман А.С., Рутман А.М. и др. // Журн. прикл. химии. 1986. №2. - С.353-360.
19. Пат. 6512040 США: МКП(7) C08K9/04. Elektropolymerization modified carbon black and articles including tires having at least one component containing such modified carbon black. / Agostini Giorgio (LU), Goodyear Tire Rubber (США) Оpubл. 28.01.2003 (B1).
20. Пат. 6894103 США: МКП(7) C08K9/04; C09C1/56. Elektropolymerization modified carbon black and articles including tires having at least one component containing such modified carbon black. / Agostini Giorgio (LU), Goodyear Tire Rubber (США) Заявл. 22.11.2002; Оpubл. 17.04.2003 (A1) и 17.05.2005 (B2); РЖХим., 06.2006-19У.32П.
21. Пат. 1191072 ЕР: МКП(7) C08K9/04. Elektropolymerization modified carbon black and articles including tires having at least one component containing such modified carbon black. / Оpubл. 27.03.2002 (A2), 19.11.2003 (A3) и 04.01.2006 (B1).
22. Никитин Ю.Н., Ходакова С.Я., Гиренко М.М., Корнев А.Е. // Каучук и резина. 2008. №1. -С.33-39.
23. Куперман Ф.Е. // Проблемы шин и резинокордных композитов: Материалы XIX симпозиума. - М., 2008. Т.2. - С.32-41; Каучук и резина. 2010. №2. - С.2-5.

References

1. Orlov V.Ju., Komarov A.M., Ljapina L.A. Proizvodstvo i ispol'zovanie tehničeskogo ugleroda dlja rezin. – Jaroslavl': Izd. Aleksandr Rutman, 2002. – 512s.
2. Gamlickij Ju.A., Shvachich M.V. i dr. Reziny s napolniteljami na osnove shungitovyh porod, sodержashhimi giperfullerenovye struktury. // Rezinovaja promyshlennost'. Syr'e, materialy, tehnologija: Mater. XV Mezhd. nauch.-prakt. konf. - М., 2009. - С. 115.
3. Kuleznjov V.N., Shershnyov V.A. Himija i fizika polimerov. М.: Kolos S, 2007. - 367s.
4. Nikitin Ju.N. Sto let usilenija shinnyh rezin tehuglerodom. // Obrazovanie i nauka bez granic – 2013: Materialy IX Mezhdunar. nauch.-prak. konf. – Przemysl, 2013. V.41, - S. 7 – 17.
5. Nikitin Ju.N. K pjatidesjatiletiju tehnologij aktivnogo pechnogo tehugleroda SSSR. // Research Journal International Studies, 2016, №4 (46), Ch. 6. - S. 153-156.
6. Nikitin Ju.N., Hodakova S.Ja., Anikeev V.N. K voprosu ob assortimente poristyh raznovidnostej pechnogo tehugleroda dlja antistaticheskikh i jelektroprovodjashhih rezin. // Kauchuk i rezina. – 2005 - №4. - S. 20 – 23.
7. Verhelst W.F., Wolhuis K.G. // Rubb. Chem. Technol., 1977, V.50, №4. – P.735-746.
8. Karelina V.N., Nikitin Ju.N., Orehov S.V., Anikeev V.N. Vlijanie fiziko-himicheskikh svojstv i osobennostej polucheniya pechnogo aktivnogo tehničeskogo ugleroda na jelektroprovodnost' vulkanizatorov. // Proizvodstvo shin, RTI i ATI. М.: CNIITJeneftehim, 1977. №12. - С 14 - 15.
9. Nikitin Ju.N., Kornev A.E., Rastorgueva N.N., Chervjakov P.I. O roli poristosti pechnogo tehugleroda v povyshenii jelektroprovodnosti vulkanizatorov. // Kauchuk i rezina. 1983. №1. - S. 20 – 23.
10. Nikitin Ju.N., Kornev A.E., Ustinov V.V. O faktorah, opredelajushhih jelektro-provodjashhie svojstva tehničeskogo ugleroda. // Kauchuk i rezina. 1983. №3. - S. 20 – 22.
11. Nikitin Ju.N., Rastorgueva N.N., Kornev A.E., Karelina V.N. Primenenie adsorb-cionnyh metodov analiza dlja jekspress-kontrolja kachestva jelektroprovodjashhego tehug-leroda. // Proizvodstvo shin, RTI i ATI. М.: CNIITJeneftehim, 1983. №11. - С 24 - 27.
12. Arutjunjan R.K. Kritika sushhestvujushhego predstavlenija o poverhnosti tehničeskogo ugleroda. // Kauchuk i rezina. 1982. №2. - С.29-31.
13. Nikitin Ju.N., Hodakova S.Ja., Anikeev V.N. Povyszenie jeffektivnosti primenenija poristogo pechnogo tehugleroda jelektrozogrevom v masse. // Kauchuk i rezina. - 2007. - №1. - S. 28 – 29.
14. Nikitin Ju.N. Osnovy usilenija reziny pechnym tehuglerodom. // Problemy shin i rezinokordnyh kompozitov: Materialy XXIII simpoziuma. - М., 2012. Т. 2 - S.64 - 80.
15. Karavaev M.Ju., Razd#jakonova G.I., Strizhak E.A. i dr. // Kauchuk i rezina, 2014.-№1.-S.40; 2014.- №2.-S.38.
16. Kauchuk i rezina. 2013. №3. – 76s.
17. Boehm H.P. Struktur und Oberflächeneigenschaft von Russen. // Farbe und Lack, 1973, №5.- S.419-430.
18. Shvarcman A.S., Rutman A.M. i dr. // Zhurn. prikl. himii. 1986. №2. - S.353-360.

19. Pat. 6512040 SShA: MKP(7) S08K9/04. Elektropolymerization modified carbon black and articles including tires having at least one component containing such modified carbon black. / Agostini Giorgio (LU), Goodyear Tire Rubber (SShA) Opubl. 28.01.2003 (V1).

20. Pat. 6894103 SShA: MKP(7) S08K9/04; C09C1/56. Elektropolymerization modified carbon black and articles including tires having at least one component containing such modified carbon black. / Agostini Giorgio (LU), Goodyear Tire Rubber (SShA) Zjavl. 22.11.2002; Opubl. 17.04.2003 (A1) i 17.05.2005 (V2); RZhHim., 06.2006-19U.32P.

21. Pat. 1191072 EP: MKP(7) S08K9/04. Elektropolymerization modified carbon black and articles including tires having at least one component containing such modified carbon black. / Opubl. 27.03.2002 (A2), 19.11.2003 (A3) i 04.01.2006 (V1).

22. Nikitin Ju.N., Hodakova S.Ja., Girenko M.M., Kornev A.E. // Kauchuk i rezina. 2008. №1. - S.33-39.

23. Kuperman F.E. // Problemy shin i rezinokordnyh kompozitov: Materialy XIX simpoziuma. - M., 2008. T.2. - S.32-41; Kauchuk i rezina. 2010. №2. - S.2-5.

DOI: 10.18454/IRJ.2016.47.106

Рубашкин А.А.¹, Конев Д. В.², Воротынцев М. А.³

¹Кандидат химических наук, Институт цитологии РАН, Санкт-Петербург

²Кандидат химических наук, Институт проблем химической физики РАН, Черноголовка,

³Доктор физико-математических наук, МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 14-03-00221

ЭФФЕКТЫ ВЫРЕЗАНИЯ ОБЪЕМА ИОНА И ПРОНИКНОВЕНИЯ ЗАРЯДА ИОНА В РАСТВОРИТЕЛЬ В НЕЛОКАЛЬНО-ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ СОЛЬВАТАЦИИ ДЛЯ ПОЛЮСНЫХ МОДЕЛЕЙ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОНИЦАЕМОСТИ РАСТВОРИТЕЛЯ

Аннотация

В статье рассмотрено развитие нелокально-электростатической теории сольватации ионов на случай, когда учитывается эффект вырезания растворителя из объема, занятого ионом. Рассчитанная энергия сольватации иона в этой модели сравнивается с расчетом по теории (J. Chem. Phys., 1996), в которой не учитывается этот эффект, но используется модель размытой борновской сферы. Показано, что наша теория согласуется с экспериментом при малой величине доли заряда иона, находящегося в растворителе.

Ключевые слова: энергия сольватации, диэлектрическая функция растворителя, нелокальная электростатика

Rubashkin A.A.¹, Konev D.V.², Vorotyntsev M.A.³

¹PhD in Chemistry, Institute of Cytology, Russian Academy of Sciences, Saint-Petersburg, Russia, ²PhD in Chemistry, Institute of Problems of Chemical Physics, Russian Academy of Sciences, Chernogolovka, Moscow region, Russia,

³ PhD in Physics and Mathematics, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

EFFECTS OF CUT-OUT ION VOLUME AND OF PENITRATION OF THE ION CHARGE TO THE SOLVENT IN THE NONLOCAL ELECTROSTATICS SOLVATION THEORY FOR THE POLE MODELS OF DIELECTRIC FUNCTION OF THE SOLVENT

Abstract

The article considers the development of nonlocal electrostatic theory of ion solvation in the case when taken into account the effect of cut-out the ion volume from solvent. The calculated energy of ion solvation in this model is compared with the calculation on theory (J. Chem. Phys., 1996), which does not take into account this effect, but the model of smeared Born sphere is used. It is shown that our theory agrees with experiment at a small fraction of the ion charge in the solvent.

Keywords: solvation energy, dielectric function of solvent, nonlocal electrostatics.

В работе Корнышева и Сутманна [1] рассчитывались энергии сольватации W серии катионов щелочных металлов на основе нелокально-электростатической теории Догондзе и Корнышева [2], не учитывающей вырезание из полярной среды полости, в которой находится ион ("эффект вырезания"). При этом в [1] была предложена модель "размытой борновской сферы" (SBS модель), в которой заряд иона распределен вдоль радиальной координаты. В [1] были представлены расчеты W для различных моделей диэлектрической функции растворителя $\epsilon(k)$, в том числе, учитывающих эффект переэкранирования диэлектрической функции.

В [1] было показано, что расчет энергии сольватации W для SBS модели понижает величину W по сравнению с расчетом, в котором весь заряд иона находится на борновской сфере. Однако в [1] не было представлено объяснение этого понижения расчетной энергии. Этот эффект анализировался нами в [3], где было показано, что часть заряда иона в SBS модели проникает в растворитель. Главный вывод [3] заключался в том, что понижение расчетной величины W обусловлено именно этой долей заряда иона, находящейся за пределами борновской сферы. В работе [3], как и в статье [1], считалось, что растворитель занимает все пространство, включая и внутреннюю область иона. Эффект вырезания объема иона из растворителя изучался в ряде работ [4-6].

В настоящей работе проведено изучение комбинации эффекта вырезания растворителя из объема, занятого ионом, с эффектом проникновения части заряда иона в растворитель. При этом использовались однополюсная и двухполюсная модели диэлектрической функции растворителя [7-9], а эффект переэкранирования диэлектрической функции (ЭП) не рассматривался. Отметим, что расчет энергии сольватации при одновременном учете ЭП с эффектами вырезания и проникновения части заряда в растворитель представляет значительно более сложную задачу, для решения которой нужно отдельное исследование.

Расчет энергии сольватации по формуле Догондзе-Корнышева

Электростатическая составляющая энергии сольватации иона W радиуса r_i согласно теории Догондзе-Корнышева [2] рассчитывается по формуле (1), в которой $\epsilon(k)$ – диэлектрическая функция растворителя:

$$W(r_i) = \frac{1}{\pi} \int_0^\infty [\rho(k)]^2 \left[1 - \frac{1}{\varepsilon(k)} \right] dk \quad (1)$$

Приведем формулы для моделей нелокального диэлектрического отклика растворителя (заполняющего все пространство) $\varepsilon(k)$, которые мы использовали для расчета W . В литературе эти модели называются “приближениями нескольких (1 или 2) дискретных мод” или “полосными моделями” [9]. В этих формулах k - волновой вектор, $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3$ - диэлектрические проницаемости, соответствующие электронным (индекс 1), инфракрасным (индекс 2) и дебаевским (индекс 3) степеням свободы. В формуле (2) λ_2, λ_3 - корреляционные длины, а в (3) – единственная корреляционная длина λ_3 – статическая диэлектрическая проницаемость. Численные значения диэлектрических проницаемостей для воды: $\varepsilon_1 = 1.8, \varepsilon_2 = 5, \varepsilon_3 = 78.5$, а корреляционных длин: $\lambda_2 = 1 \text{ \AA}$, тогда как величина наибольшей из корреляционных длин λ_3 обычно используется в качестве подгоночного параметра, который для предварительных оценок обычно принимается равным 3 \AA [9]. Формула для двухполосной модели $\varepsilon(k)$ диэлектрической функции растворителя согласно [7] имеет вид:

$$\frac{1}{\varepsilon(k)} = \frac{1}{\varepsilon_1} - \frac{1/\varepsilon_1 - 1/\varepsilon_2}{1 + (k\lambda_2)^2} - \frac{1/\varepsilon_2 - 1/\varepsilon_3}{1 + (k\lambda_3)^2}, \quad (2)$$

Для качественных оценок часто используется одномодовая модель $\varepsilon(k)$ [8], которая получается пренебрежением дисперсии диэлектрического отклика в промежуточном интервале длин волн: $\varepsilon_2 = \varepsilon_1$. Тогда формула (2) переходит в формулу:

$$\frac{1}{\varepsilon(k)} = \frac{1}{\varepsilon_1} - \left(\frac{1}{\varepsilon_1} - \frac{1}{\varepsilon_3} \right) \frac{1}{1 + (k\lambda_3)^2} \quad (3)$$

Модель размытой борновской сферы

Для случая, когда не учитывается эффект вырезания объема иона функция $\rho(k)$ в подынтегральном выражении (1) является Фурье образом плотности распределения заряда иона $\rho_{\text{SBS}}(r)$, где r – расстояние от центра иона, а $\rho_{\text{SBS}}(r)$ – плотность заряда в SBS модели работы [1] (модель размытой борновской сферы):

$$\rho_{\text{SBS}}(r) = \frac{eN_{\text{SBS}}}{8\pi} \exp\left(-\frac{|r-a|}{\eta}\right). \quad (4a)$$

Фурье образ $\rho_{\text{KS}}(k)$ функции $\rho_{\text{SBS}}(r)$, определяемой по формуле (4a) имеет вид [1]:

$$\rho_{\text{KS}}(k) = N_{\text{SBS}} D(k) \left[\frac{\eta a}{k} \sin(ka) + D(k) \eta^3 (2 \cos(ka) - \exp(-a/\eta)) \right]. \quad (4b)$$

В формулах (4a) и (4b) e – заряд электрона, a – координата максимума плотности распределения заряда иона, η – параметр, характеризующий ширину размытия заряда. Нормировочный параметр N_{SBS} рассчитывается как:

$$N_{\text{SBS}} = \frac{1}{\eta [a^2 + \eta^2 (2 - \exp(-a/\eta))]} \quad (5)$$

Учет эффекта вырезания растворителя из объема, занятого ионом

Нами был разработан метод расчета энергии сольватации иона W для случая, когда учитывается эффект вырезания объема иона радиуса r_i из растворителя. В этом методе надо часть заряда иона eN_{int} , находящуюся внутри борновской сферы радиуса r_i перенести на саму сферу. При этом распределение части заряда иона eN_{ext} , проникающего в растворитель за пределы сферы радиуса r_i , по-прежнему определяется по формуле (4). Тогда функция $\rho(k)$ в подынтегральном выражении (1) является Фурье образом плотности распределения $\rho_{\text{VR}}(r)$, где ρ_{VR} определяется как:

$$\rho_{\text{VR}}(r) = \frac{eN_{\text{int}}}{4\pi r_i^2} \delta(r-r_i) + \rho_{\text{SBS}} \theta(r-r_i), \quad (6)$$

где N_{int} – доля заряда иона внутри борновской сферы, рассчитываемая как:

$$N_{\text{int}} = N_{\text{SBS}} \left[(N_{\text{SBS}})^{-1} - (\eta/2)(r_i^2 + 2\eta r_i + 2\eta^2) \exp[(a-r_i)/\eta] \right] \quad (7)$$

Для вывода формулы (7) мы вычислили интеграл по внутренней области иона от плотности распределения заряда (4).

Для расчета энергий сольватации по формуле (1) было нами выполнено преобразование Фурье плотности заряда $\rho_{\text{VR}}(r)$, которая определяется по формуле (6). Фурье образ этого распределения $\rho_{\text{VR}}(k, r_i)$ рассчитывается по формулам (8)-(10):

$$\rho_{\text{VR}}(k, r_i) = \rho_1(k, r_i) + \rho_2(k, r_i), \quad (8)$$

в которой функции $\rho_1(k, r_i)$ и $\rho_2(k, r_i)$ определяются как:

$$\rho_1(k, r_i, N_{\text{ext}}) = e(1 - N_{\text{ext}}) \frac{\sin(k r_i)}{k r_i}, \quad (9)$$

$$\rho_2(k, r_i, N_{\text{ext}}, \eta) = \frac{e N_{\text{ext}} \eta}{k} \frac{D(k) g(k)}{(r_i^2 + 2\eta r_i + 2\eta^2)}. \quad (10)$$

Вспомогательные функции $N_{\text{ext}}(\eta)$, $D(k)$, $g(k)$ в формуле (10) определяются как:

$$N_{\text{ext}}(\eta) = 1 - N_{\text{int}}(\eta), \quad (11)$$

$$D(k) = \frac{1}{1 + (k\eta)^2}, \quad (12)$$

$$g(k) = f_1 \sin(kr_i) + f_2 \cos(kr_i), \quad (13)$$

где f_1 и f_2 определяются как:

$$f_1 = r_i / \eta + [1 - (k\eta)^2] D(k), \quad f_2 = k[r_i + 2\eta D(k)] \quad (14)$$

Функция $N_{\text{ext}}(\eta)$, рассчитываемая по формулам (11) и (7), определяет долю заряда иона, находящуюся за пределами борновской сферы иона.

Результаты расчета энергии сольватации

Представленные расчеты (Рис. 1.) выполнены для сравнения вычислений по нашей теории (сплошные кривые), учитывающей эффект вырезания растворителя из объема иона, с вычислениями по теории [1], в которой этот эффект не учитывается (штриховые кривые).

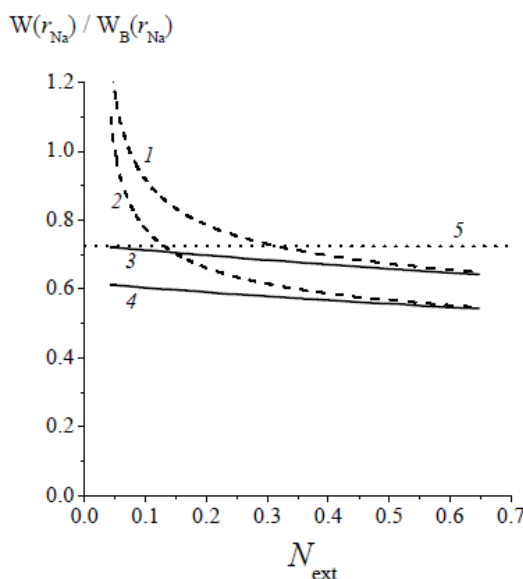


Рис. 1 – Расчет энергии сольватации Na^+

На Рис. 1 представлены результаты расчета электростатической составляющей энергии сольватации иона Na^+ (кривые 1 – 4) в зависимости от доли заряда иона N_{ext} , находящегося за пределами борновской сферы радиуса $r_i = r_{\text{Na}} = 1.17 \text{ \AA}$. Радиус Na^+ взят по шкале Гурари и Адриана [10]. По оси ординат отложено отношение $W(r_{\text{Na}})$, рассчитанной по формуле (1) к $W_B(r_{\text{Na}})$, рассчитанной по формуле Борна для локальной среды со статической диэлектрической проницаемостью $\epsilon_s = 78.5$:

$$W_B(r_i) = \frac{e^2}{2r_i} \left(1 - \frac{1}{\epsilon_s} \right). \quad (15)$$

Для модели, не учитывающей эффект вырезания растворителя из объема, занятого ионом (штриховые кривые 1 и 2), энергия сольватации рассчитывалась по формуле (1), в которую подставлялась $\rho_{\text{KS}}(k)$, рассчитываемая по выражению (4b). Для модели, учитывающей эффект вырезания растворителя из объема, занятого ионом (сплошные кривые 3 и 4), энергия сольватации рассчитывалась по формуле (1), в которую подставлялась $\rho_{\text{VR}}(k)$, рассчитываемая по выражениям (8)-(14). Величина параметра η для всех расчетов выбиралась равной 0.3. Кривые 1 и 3 рассчитывались для двухполосной модели (2) диэлектрической функции растворителя, а кривые 2 и 4 для однополосной модели (3). Горизонтальная пунктирная линия 5 соответствует экспериментальной энергии сольватации для Na^+ (по данным [11] $W_{\text{exp}}(\text{Na}^+) = 424 \text{ кДж/моль}$), а $W_B(\text{Na}^+) = 586 \text{ кДж/моль}$ (по формуле (15)), то есть $W_{\text{exp}}(\text{Na}^+)/W_B(\text{Na}^+) = 0.724$.

Выводы из сравнения расчетов по двум теориям

Как это видно из Рис. 1 (кривые 1, 3 для двухполосной модели $\epsilon(k)$ и кривые 2, 4 для однополосной модели $\epsilon(k)$), энергия сольватации, рассчитанная по нашей теории, учитывающей эффект вырезания объема, меньше, чем по теории, в которой растворитель занимает все пространство [1]. Во всех случаях расчётная величина энергии сольватации W уменьшается при увеличении доли заряда иона, находящейся вне борновской сферы. При переходе от однополосной модели $\epsilon(k)$ к двухполосной модели $\epsilon(k)$ значение W увеличивается и для расчетов по нашей теории (переход от кривой 4 к кривой 3) и для теории [1] (переход от кривой 2 к кривой 1). Кривая 4, рассчитанная по нашей теории для однополосной модели $\epsilon(k)$ ниже экспериментального значения W для Na^+ (пунктирная линия 5). Расчет W по теории [1] для однополосной модели $\epsilon(k)$ дает согласие с экспериментом при $N_{\text{ext}} = 0.13$ (кривая 2). Однако расчет по двухполосной модели $\epsilon(k)$ для воды более физически обоснован [7, 9]. Кривая 3, рассчитанная по нашей теории для двухполосной модели $\epsilon(k)$ согласуется с экспериментом для малой величины доли заряда, находящегося вне

борновской сферы ($N_{\text{ext}} = 0.04$). Расчет W по теории [1] для двухполюсной модели $\epsilon(k)$ дает согласие с экспериментом при значительной доле заряда вне борновской сферы $N_{\text{ext}} = 0.32$ (кривая 1).

Главный вывод заключается в том, что расчет энергии сольватации W по нашей теории, учитывающей вырезание из полярной среды полости, в которой находится ион, согласуется (при использовании двухполюсной модели $\epsilon(k)$) с экспериментальными данными при малых величинах доли заряда иона N_{ext} , проникающего в растворитель. Согласие же с экспериментом расчетной величины W по теории работы [1], использующей модель размытого заряда иона и не учитывающей эффекта вырезания растворителя из объема иона, достигается только при больших величинах доли заряда иона, находящейся в растворителе за пределами борновской сферы.

Литература

1. Kornyshev A. A., Sutmann G. The shape of the nonlocal dielectric function of polar liquids and the implications for thermodynamic properties of electrolytes: A comparative study // J. Chem. Phys. – 1996. - V. 104. – P. 1524-1544.
2. Dogonadze R., Kornyshev A. A. Polar-solvent structure in theory of ionic solvation // J. Chem. Soc. Faraday Trans. Pt.II. – 1974. - V. 70. – P. 1121-1132.
3. Рубашкин А. А., Воротынцев М. А., Антипов Е. М., Алдошин С. М. Нелокально-электростатическая теория ионной сольватации: комбинация эффекта переэкранирования в диэлектрическом отклике среды с размытым распределением заряда иона // ДАН – 2015. - Т. 464. - № 1. – С. 56-60.
4. Vorotyntsev M. A. Model nonlocal electrostatics. II. Spherical interface. // J. Phys. C: Solid State Physics – 1978. - V. 11. – P. 3323-3331.
5. Basilevsky M. V., Parsons D. F. Nonlocal continuum solvation model with exponential susceptibility // J. Chem. Phys. – 1998. - V. 108. – P. 9107-9113.
6. Hildebrandt A., Blossey R., Rjasanow S., Kohlbacher O., Lenhof H.-P. Novel formulation of nonlocal electrostatics // Phys. Rev. Lett. – 2004. - V. 93. – P. 108104-1 - 108104-4.
7. Kornyshev A. A., Volkov A.G. On the evaluation of standard Gibbs energies of ion transfer between 2 solvents // J. Electroanal. Chem. – 1984. - V. 180. – P. 363-381.
8. Kornyshev A. A. Nonlocal screening of ions in a structurized polar liquid - new aspects of solvent description in electrolyte theory // Electrochim Acta. – 1981. - V. 26. – P. 1-20.
9. Воротынцев М. А., Корнышев А. А. Электростатика сред с пространственной дисперсией. М.: Наука, 1993. С. 20-35.
10. Gourary B. S., Adrian F. J. Wave Function for Electron-Excess Color Centers in Alkali Halide Crystals // Solid State Phys. – 1960. - V. 10. – P. 127-247.
11. Fawcett W. R. Thermodynamic parameters for the solvation of monatomic ions in water // J. Phys. Chem. – 1999 - V. 103. – P. 11181-11185.

References

1. Kornyshev A. A., Sutmann G. The shape of the nonlocal dielectric function of polar liquids and the implications for thermodynamic properties of electrolytes: A comparative study // J. Chem. Phys. – 1996. - V. 104. – P. 1524-1544.
2. Dogonadze R., Kornyshev A. A. Polar-solvent structure in theory of ionic solvation // J. Chem. Soc. Faraday Trans. Pt.II. – 1974. - V. 70. – P. 1121-1132.
3. Rubashkin A. A., Vorotyntsev M. A., Antipov E. M., Aldoshin S. M. Nonlocal-electrostatics theory of ion solvation: combination of the overscreening effect in the dielectric response of the medium with a smeared distribution of the ion charge // Dokl. Phys. Chem. – 2015. - V. 464. - №1 – P. 198-201.
4. Vorotyntsev M. A. Model nonlocal electrostatics. II. Spherical interface. // J. Phys. C: Solid State Physics – 1978. - V. 11. – P. 3323-3331.
5. Basilevsky M. V., Parsons D. F. Nonlocal continuum solvation model with exponential susceptibility // J. Chem. Phys. – 1998. - V. 108. – P. 9107-9113.
6. Hildebrandt A., Blossey R., Rjasanow S., Kohlbacher O., Lenhof H.-P. Novel formulation of nonlocal electrostatics // Phys. Rev. Lett. – 2004. - V. 93. – P. 108104-1 - 108104-4.
7. Kornyshev A. A., Volkov A.G. On the evaluation of standard Gibbs energies of ion transfer between 2 solvents // J. Electroanal. Chem. – 1984. - V. 180. – P. 363-381.
8. Kornyshev A. A. Nonlocal screening of ions in a structurized polar liquid - new aspects of solvent description in electrolyte theory // Electrochim Acta. – 1981. - V. 26. – P. 1-20.
9. Vorotyntsev M. A., Kornyshev A. A. Elektrostatika sred s prostranstvennoj dispersiej. M.: Nauka, 1993. S. 20-35.
10. Gourary B. S., Adrian F. J. Wave Function for Electron-Excess Color Centers in Alkali Halide Crystals // Solid State Phys. – 1960. - V. 10. – P. 127-247.
11. Fawcett W. R. Thermodynamic parameters for the solvation of monatomic ions in water // J. Phys. Chem. – 1999 - V. 103. – P. 11181-11185.

DOI: 10.18454/IRJ.2016.47.206

Секридова А.В.¹, Варижук А.М.², Позмогова Г.Е.³¹ORCID: 0000-0002-0440-4673, аспирант, ²ORCID: 0000-0001-9359-8651, Кандидат химических наук,³ORCID: 0000-0001-9458-4972, Доктор химических наук, профессор,

ФГБУ ФНКЦ Физико-Химической Медицины ФМБА России

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №14-25-00013

**ВЛИЯНИЕ ПРИРОДЫ НЕНУКЛЕОТИДНЫХ ВСТАВОК НА ТЕРМОСТАБИЛЬНОСТЬ
G-КВАДРУПЛЕКСОВ ДНК****Аннотация**

Известно, что в человеческом геноме каноническая двойная спираль сосуществует с G-квадруплексными структурами, обладающими важными биологическими функциями. Исследования последних лет продемонстрировали взаимосвязь G-квадруплексов (G4) со многими человеческими заболеваниями и указали перспективное направление для создания лекарственных препаратов и диагностикумов. В данной статье показано, что введение в петли природных параллельных G4 - фрагментов Alu-повторов и микросателлитов - производных триэтиленгликоля дестабилизировало структуру, а тетрагидрофурана значительно повышало ее термостабильность при сохранении нативной топологии G4. Найденные закономерности важны для исследования конформационного полиморфизма полинуклеотидов, а предложенные химические модификации – для создания диагностикумов и лекарств на основе G4.

Ключевые слова: G-квадруплекс ДНК, синтез модифицированных олигонуклеотидов, конформационный полиморфизм полинуклеотидов.

Sekridova A.V.¹, Varizhuk A.M.², Pozmogova G.E.³¹ORCID: 0000-0002-0440-4673, Postgraduate student, ²ORCID: 0000-0001-9359-8651, PhD in Chemistry, ³ORCID: 0000-

0001-9458-4972, PhD in Chemistry, professor, Federal Research and Clinical Center of Physical-Chemical Medicine of

Federal Medical & Biological Agency

This work was supported by RSF №14-25-00013

**THE IMPACT OF NON-NUCLEOTIDE INSERTIONS ON THERMAL STABILITY
OF DNA G-QUADRUPLEXES****Abstract**

The canonical double helix in human genome coexists with G-quadruplex structures that are known to have important biological functions. Recent research has established clear connections between G-quadruplexes (G4) and various human diseases, which opens up new possibilities for targeted drug therapies and diagnostics. We show here that replacing single-nucleotide loops in parallel genomic G4 - fragments of Alu repeats and microsatellites - with triethylene glycol moieties destabilized G4 structures, while introducing tetrahydrofuran derivatives into the loops, alternatively, resulted in significant stabilization. The non-nucleotide insertions in the loops did not alter G4 topologies. Our findings provide important insight into conformational polymorphism of polynucleotides. The chemical modifications discussed in this paper may be of use for developing G4-based oligonucleotide therapeutics.

Keywords: G-quadruplex DNA, synthesis of modified oligonucleotides, conformational polymorphism of polynucleotides.

The formation of non-canonical DNA structures (ncDNA) is currently regarded as an important element of gene expression regulation, and specific G4-protein interactions are known to underlie the development of many pathological states (e.g., c-Myc superexpression, Werner and Blum syndromes, neurodegenerative diseases, etc.). Baral et al. have demonstrated the relation between the proteomic profile changes and SNPs that affect G4 conformations in over 50 mutant sites [1]. The development of G4-targeting anticancer agents and other therapeutics is a promising trend in pharmacology.

G4 (G-quadruplex) is a G-rich polynucleotide fragment that is folded into a four-stranded helical structure composed of stacked G-tetrads. Each G-tetrad is a planar arrangement of four guanines stabilized by eight H-bonds. Pi-pi stacking of the tetrads imparts additional stability to the structure. G4 structures are highly diverse, with different relative strand orientations, number of tetrads, loop lengths and sequences, etc. Basic G4 topologies are classified into parallel (all four stands have similar orientations), antiparallel and hybrid.

Intramolecular parallel G4s attract much attention due to their putative biological role. Sequences that may adopt such structures are rather abundant in the human genome and are typically found in oncogen promoter regions. Therefore, they are regarded as attractive therapeutic targets [2]. What is more, these structures constitute the core of many potent aptamers to human and viral proteins [3-4].

Local chemical modification of synthetic oligonucleotides is one of the most promising approaches to creating effective G4 drugs [5-12].

Previously, we have shown that modifications of the oligonucleotide backbone, which do not affect G-tetrads (for example, phosphorothioate internucleotide bonds), are typically compatible with the required folding of G4-DNA aptamers [10, 12].

In this study, we focus on identifying thermodynamically favorable modifications of 2/3-tetrad parallel G4s with single-nucleotide loops – structural motifs that are widely represented in Alu-repeats and microsatellites of the human genome [4, 13-14]. G4s with single-nucleotide loops are convenient models for investigating the effects of loop modifications. Putative G4s with single-nucleotide loops are also the most frequent in the human genome. Short loop length and high thermal stability determine genomic instability induced by G-quadruplex-forming minisatellites.

Based on the analysis of experimental and literature data and the use of molecular modeling techniques [15], we proposed the following strategy for designing potentially highly thermostable G4 structures: single-nucleotide loops of known 2/3-tetrad

G4s (G4-3/G4-2) are replaced with non-nucleotide (triethylene glycol or tetrahydrofuran) fragments, fig.1. Thiethylene glycol linkers were chosen because of their relative flexibility and adequate length (close to that of a single nucleotide loop). Tetrahydrofuran-based linkers imitate, to some extent, abasic sites in oligonucleotides. Because the exposure of hydrophobic nucleobases to hydrophilic environment (solution) is thermodynamically unfavorable, we assumed that the absence of heterocyclic bases in loops may facilitate G4 folding. What is more, non-natural fragments in loops are likely to substantially improve oligonucleotide resistance to enzymatic hydrolysis, considering that loops are usually the predominant positions of nuclease attacks [10, 12].

Sequences of the oligonucleotides are presented in Table 1. The oligomers were synthesized by the solid-phase method (ASM-800 synthesizer, Biosset, RF, amidites - GlenRes, USA); purified by HPLC (purity > 97%) and characterized as described in [16].

Prior to the spectrophotometric measurements, the oligonucleotides were dissolved in a 20 mM sodium phosphate buffer containing 100 mM KCl (pH 7.5). The oligonucleotide single strand concentrations were calculated from the absorbance measured above 80°C and the extinction coefficients, which were approximated using the nearest-neighbor model. The samples were denatured at 95°C for 5 min and cooled quickly to 15°C prior to measurements. The UV melting curves were recorded on a spectrophotometer equipped with a thermostated cuvette holder. The absorbance was registered at $\lambda=295$ nm every 0.5°C across the 15–90°C temperature range. The melting temperatures of the quadruplexes were defined by performing a fitting procedure using the two-state model for monomolecular melting in KaleidaGraph version 4.0.

Melting temperatures of G4-3, G4-2 and their analogs are presented in Table 1. CD spectra, UV-melting curves, thermal difference spectra (TDS) and the analysis of rotation relaxation times (RRT) of EtBr fluorescence in complexes with G4s (which are roughly proportional to the hydrodynamic volume of the complexes) confirm monomolecular G4 folding of these ONs at low/medium concentration.

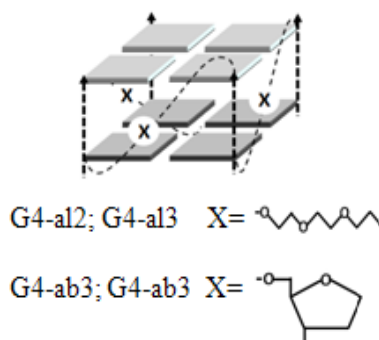


Fig. 1 – Schematic representation of the modified G4s.

Table 1 – Oligonucleotide sequences and thermal stabilities of G4s

ON Code	Sequence, 5'-	$T_m \pm \text{sd}$, °C, (mM KCl)
G4-2	$G_2AG_2CG_2AG_2$	74 ± 1 (100)
G4-al2	$[G_2\text{teg}]_3G_2$	50 ± 2 (100)
G4-ab2	$(G_2\text{tgf})_3G_2$	85 ± 1 (100)
G4-3	$(G_3T)_3G_3$	>90 (100)
		>85 (10)
		44 ± 2 (100 mM LiCl)
G4-al3	$[G_3\text{teg}]_3G_3$	>90 (100)
G4-ab3	$(G_3\text{tgf})_3G_3$	>90 (100)

Positive peaks at ~265 nm in the CD spectra suggest parallel G4 folding of all ONs. The G4-3 series ONs are stable in the presence of KCl even at 90°C and retain G4 folding at RT in the presence of LiCl. The alkoxy (triethylene glycol-based) loop modification decreases G4 thermal stability (by $24 \pm 2^\circ\text{C}$ in the G4-2 series), whereas introduction of abasic sites (the tetrahydrofuran-based loop modification) leads to certain stabilization.

NMR data confirm that the modifications do not cause any principal alterations in the G4 topologies. Twelve signals in the imino-proton regions of G4-ab3 1H-spectra are consistent with 3-quartet structures. Twelve signals in the imino-proton regions of G4-ab3 1H-spectra NMR are consistent with 3-quartet structures. Eight signals in the case of G4-ab2 agree with the 2-quartet structure.

In conclusion, we have shown that introducing triethyleneglycol moieties into loops of parallel G4s decreased thermal stabilities of the structures, whereas the tetrahydrofuran-based modification resulted in enhanced thermal stability. Importantly, the parallel topology of G4s was maintained. The impact of the tetrahydrofuran-based modification in loops on the stabilities of other G4 structures (G4 aptamers in particular) will hopefully be the subject of future studies. Replacing G4 loops or loop fragments with tetrahydrofuran moieties and monitoring changes in G4 activity/binding affinity could be useful for identifying binding epitopes or clarifying the role of loop sequences.

To summarize, our findings provide important insight into conformational polymorphism of polynucleotides. The new G4s with remarkably high thermal stabilities may be of use for developing oligonucleotide therapeutics and diagnostics.

References

1. Baral A., Kumar P., Halder R., Mani P., Yadav V.K., Singh A., Das S.K., Chowdhury S. Quadruplex-single nucleotide polymorphisms (Quad-SNP) influence gene expression difference among individuals // *Nucleic Acids Res.* - 2012; 40 (9): 3800-3811.
2. Tsvetkov V., Pozmogova G., Varizhuk A. The Systematic Approach to Describing Conformational Rearrangements in G-quadruplexes // *J Biomol Struct Dyn.* - 2015; 1-36.
3. Varizhuk A., Ilyinsky N., Smirnov I., Pozmogova G. G4 Aptamers: Trends in Structural Design // *Mini Rev Med Chem.* - 2016.
4. Severov S., Varizhuk A., Smirnov I., Pozmogova G. Investigation of the G4 interactome using human protein microarrays // *Febs Journal.* - 2015; 282 56-56.
5. Tsvetkov V.B., Varizhuk A.M., Pozmogova G.E., Smirnov I.P., Kolganova N.A., Timofeev E.N. A Universal Base in a Specific Role: Tuning up a Thrombin Aptamer with 5-Nitroindole // *Scientific Reports.* - 2015; 5.
6. Tatarinova O., Tsvetkov V., Basmanov D., Barinov N., Smirnov I., Timofeev E., Kaluzhny D., Chuvilin A., Klinov D., Varizhuk A., Pozmogova G. Comparison of the 'Chemical' and 'Structural' Approaches to the Optimization of the Thrombin-Binding Aptamer // *PLoS ONE.* - 2014; 9 (2).
7. Kolganova N.A., Varizhuk A.M., Novikov R.A., Florentiev V.L., Pozmogova G.E., Borisova O.F., Shchyolkina A.K., Smirnov I.P., Kaluzhny D.N., Timofeev E.N. Anomeric DNA quadruplexes: Modified thrombin aptamers // *Artif DNA PNA XNA.* - 2014; 5 (1).
8. Varizhuk A.M., Tsvetkov V.B., Tatarinova O.N., Kaluzhny D.N., Florentiev V.L., Timofeev E.N., Shchyolkina A.K., Borisova O.F., Smirnov I.P., Grokhovsky S.L., Aseychev A.V., Pozmogova G.E. Synthesis, characterization and in vitro activity of thrombin-binding DNA aptamers with triazole internucleotide linkages // *European Journal of Medicinal Chemistry.* - 2013; 67 90-97.
9. Zaitseva M., Kaluzhny D., Shchyolkina A., Borisova O., Smirnov I., Pozmogova G. Conformation and thermostability of oligonucleotide d(GGTTGGTGTGGTTGG) containing thiophosphoryl internucleotide bonds at different positions // *Biophysical Chemistry.* - 2010; 146 (1): 1-6.
10. Pozmogova G.E., Zaitseva M.A., Smirnov I.P., Shvachko A.G., Murina M.A., Sergeenko V.I. Anticoagulant Effects of Thioanalogs of Thrombin-Binding DNA-Aptamer and Their Stability in the Plasma // *Bulletin of Experimental Biology and Medicine.* - 2010; 150 (2): 180-184.
11. Luk'ianova T.A., Zaitseva M.A., Karpov V.A., Pozmogova G.E. [The synthesis and mass spectrometry of oligonucleotides bearing thiophosphoryl modifications of the predetermined localization] // *Bioorg Khim.* - 2008; 34 (1): 83-88.
12. Zaitseva M., Kaluzhny D., Shchyolkina A., Borisova O., Smirnov I., Pozmogova G. Conformation and thermostability of oligonucleotide d(GGTTGGTGTGGTTGG) containing thiophosphoryl internucleotide bonds at different positions // *Biophys Chem.* - 2010; 146 (1): 1-6.
13. Pozmogova G., Severov S., Varizhuk A., Smirnov I., Sekridova A., Tsvetkov V. Secondary DNA structures in G/C-rich microsatellites. Investigating the equilibrium between G-quadruplexes, I-motifs and duplexes // *Febs Journal.* - 2014; 281 639-640.
14. Bose P., Hermetz K.E., Conneely K.N., Rudd M.K. Tandem repeats and G-rich sequences are enriched at human CNV breakpoints // *PLoS ONE.* - 2014; 9 (7): e101607.
15. Tsvetkov V., Pozmogova G., Varizhuk A. The systematic approach to describing conformational rearrangements in G-quadruplexes // *J Biomol Struct Dyn.* - 2016; 34 (4): 705-715.
16. Abu-Ghazalah R.M., Irizar J., Helmy A.S., Macgregor R.B., Jr. A study of the interactions that stabilize DNA frayed wires // *Biophys Chem.* - 2013; 147 (3): 123-129.

МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ / MEDICINE

DOI: 10.18454/IRJ.2016.47.305

Ариунзая Г.¹, Енхбаяр У.²

Национальный университет медицинских наук, Дорноговь, Монголия

Центральная больница, Дорноговь, Монголия

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭТИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ В УЧЕБНОМ ПЛАНЕ ВРАЧЕЙ ОБЩЕЙ ПРАКТИКИ*Аннотация*

Профессиональная этика - один из компонентов образовательной системы и части философии, который помогает нам выбрать правильный стиль поведения. Сильнее, чем традиция и привязанность, и основанная на логической этике, профессиональная этика разъясняет, что разрешено делать и что мы не должны делать, а также помогает относиться к ситуациям критически и беспристрастно, и регулярно совершенствовать систему ценностей. Именно поэтому, среди врачей общей практики этические проблемы занимают важное место. В развитых странах на эти проблемы обращено особое внимание, но есть также много проблем, которые еще требуют решения.

Ключевые слова: этика, врач общей практики, формирование, исполнение обязательств, навыки, здоровье, медицина.

Ariunzaya G.¹, Enkhbayar U.²¹Dornogovi National University of Medical Science of Mongolia²Dornogovi Central hospital of Mongolia**DEFINITION OF ETHICAL PROBLEMS OF GENERAL PRACTITIONERS BY THE CURRICULUM***Abstract*

Professional ethics education is one of components of an educational system and a part of philosophy that helps us to choose a correct life style. More than tradition and devotion and based on logical foundations ethics interpretes us what permitted us to do and we shouldn't do and helps us to relate critically and impartially and regularly enhance our set of values. Therefore among GPs traits ethical problems occupy an important place. In developed countries is paid a particular attention to the problem how to from it in GPs but there are many problems to be solved.

Keywords: ethics, general practitioner, forming, satisfaction, skills, health, medicine.

Background

Excellence of GP includes such professional skills as high knowledge, sense of new social attitudes and clients requirements, ability solve problems when it is necessary, ability to work independently and in team and to work with doctors of other profession. Since 1998 ethic is included in medical education curriculum as an elective.

Goal

As core problems of the professional ethic is different depending on clinical practices. Our goal is to definite ethical problems of medical students and GPs, to compare results of two groups and improve ethical curriculum in the future.

Objectives

- According to opinions of doctors, senior students, clinical instructors and professional ethical researchers to study how some elements of professional ethic respond to real social requirements.
- To definite correct ways to form GPs ethics.

A new idea

Time demands that GPs must have a correct ethical orientation in order to reach health goals and correctly direct medical care that differ them from traditional medicine workers therefore we took some aspect of these problems and expressed our ideas.

Object

In our study took part the doctors of 7 general hospitals of Gobi region, clinicians of MNUMS and senior students.

Method

We acquainted with GPs curriculum, for questionnaire taken from 4, 5, 6th courses students used method of Delphi evaluation on base of which combined ethical opinions, analyzed documents related to ethical problems used chi² tests for statistical analyzes. Processing of study works executed by SPSS 16 program.

Results

In the study took part 312 medical students, 248 physicians, 47 clinical teachers of whom 528 (87%) were males and 79 (13%) were females. Participants were people of age 24-53. On question: "How do you understand the concept professional ethics?" 62 (21%) of physicians and clinical teachers answered that in their student years they were given miserable ours of lessons in ethic and consequently have insufficient know ledge at it. On question about contemporary youth ethical education only 43 (7.1%) gave "yes" answer that shows that this problem rests to wish the better. Majority of respondents (94.2%) that the ethic have to be taught. Analysis of researchers opinions about ethical topics to be taught shows that there are many pressing questions. In order to solve this problem we sent results of preliminary study to clinical and ethical experts and took their ideas and opinions. We gave to analyze our study to 5 researchers and clinical teachers and compared with offers of the first study. Of total 47 topics experts include 24 ethical topics for a curriculum. The offered topics are: basic knowledge of ethic, ethical teaching, research ethic, authenticity of medical profession, personal competency, appearance, communication with co-workers and other professionals, relation with clients, professional duty and responsibility, professional secrecy, confidence relation to press, responsibility for call, sufficient time for clients, documentation, standardization, directive observation, direction to qualified doctors when is need, clients registration, respect of client privacy, to include in decision making, impartiality, pain management, avoidance of incorrect treatment.

Table 1 – Study of requirement for contemporary GPs:

Content	Students	Physicians and clinical teachers	Total	χ^2
Care Giver				
Yes	301 (96.5)	283 (95.9)	584 (96.2)	0.1**
No	11 (3.5)	12 (4.1)	23 (3.8)	
Decision Maker, researchers				
Yes	275 (88.1)	278 (94.2)	553 (91.1)	7.0*
No	37 (11.9)	17 (5.8)	54 (8.9)	
Health advocate, provider, consultant				
Yes	108 (34.6)	174 (59.0)	282 (46.5)	36.2
No	204 (65.4)	121 (41.0)	325 (53.5)	
Learner				
Yes	179 (57.4)	214 (72.5)	393 (64.7)	15.3*
No	133 (42.6)	81 (27.5)	214 (35.3)	
Instructor, humanist				
Yes	79 (25.3)	97 (32.9)	176 (29.0)	4.2**
No	233 (74.7)	198 (67.1)	431 (71.0)	
Communicator				
Yes	253 (81.1)	231 (78.3)	484 (79.7)	0.8**
No	59 (18.9)	64 (21.7)	123 (20.3)	
Doorman, resource manager				
Yes	54 (17.3)	78 (26.4)	132 (21.7)	7.4*
No	258 (82.7)	217 (73.6)	475 (78.3)	
Total	312 (100.0)	295 (100.0)	607 (100)	

Explanation: data was expressed by percentage and count significance. $p < 0.05$, ** $p < 0.01$.

Table 2 – General medicine graduate curriculum for the medical school of MNUMS

Learning place	lecture (цар)	seminar (цар)	practice (цар)	Independence (цар)	total(without independence)	total (with independence)
Linear training	4		8			12
Bloc 1	4		8			12
Bloc 5	8		20			28
Bloc 14	4		20			24
Bloc 16	4		24			28
Bloc 21	6		8			14
Internship	8	16	16	48	40	88
Facilitate	2	4	4	16	10	26
Total	40	20	108	64	168	232

The table shows that an academic learning make up 168/5.2 bloc hours not including an independence learning. That occupies 2.1% of total learning hours. In first week of entrance medical school is given basic concepts of ethic and beginning from 3th course ethic is included as an elective for 42/2 bloc hours that is not so sufficient. Main work for students are to be acquainted with originals make notes and to work independently but in today's university teachers lead lectures and then. They risk all they said and it can't develop students thinking ability. It is very important to prepare every student so that they can enter real life with real goal and ability to be fully responsible for themselves. To implement newly developed curriculum it was necessary to establish at MNUMS general profession and family and preventive medicine families, in which work 2 pediatricians, 1 cardiologist, 1 surgeon, 1 obstetrician and 1 internist. In order to improve teaching skill of faculty members it is important to create optimal learning environment and materials, provide teachers with such progressive teaching methods as problem based and evidence based ones. First year students of institutes and university study humanitarian and basic subjects and 80% of second year subjects are related to professional topics and students begin to pass professional observational practice. Beginning from the second year students have to master ability to work in team and understand how important is a personal success for the team achievements. For the purpose of this student join teams with 4-5 members who write report,

take part in faculty, school, university, city and state scientific conferences. In 3-6th years they take part in research work with the help of supervisors. One of the important aspects of professional ethic is to raise students juridical knowledge. For this purpose it is important to organize training and seminars where students can understand that many aspects of juridical and ethical matters are closely interrelated but has differences and what to be solved by law and what will be resolved by ethical regulations. Intensification of online telemedical trainings and research works. Also play an important role in ethical training.

Discussion

Result of our study were proximately identical with those done in some developed countries. And it was the first step in renewing and entrenching official and unofficial curriculums for GPs ethic.

Conclusion

1. We consider as optimal to master medical education for 6 years gaining knowledge, skills and attitudes and including 24 ethical topics into basic sciences.

2. The way to form professional ethical attitudes are official and unofficial trainings. During the official training physicians and students are given the topic "Fundamentals of Medical ethics" in independent in the curriculum of every subject. As to unofficial training it must be organized in forms of online and distant learning. Forming of the professional ethics through research works is the most effective method.

Proposals

1. "If someone is eager to learn the way will lead him unimpeded" Trainings oriented towards ethical leadership, communication and attitudes must be organized, implemented and stabilized.

2. "To be a skilled doctor ethics is no problem" It is important that universal causes of ethics must be included in medical schools curriculum in topical forms.

3. "Ethical attitudes are learned not at medical schools but in a family environment" Must be taken effective measures to make children rigorously observe ethical and cultural norm from their early childhood.

4. "Ethical orientation is formed rather in observing interrelations and attitudes of senior colleagues and other health workers than in reading books or listening to lectures" In interrelations of doctors and client it is important such ethical principles as recommendation and secrecy.

5. "Although ethical subject are important but in our overloaded curriculum there is no place for ethical lessons" Therefore we need to overcome these difficulties and provide enough time and resources for ethical subjects. The World Association of Medical Education and the World Health Association also are looking ahead to resolve this problem.

References

1. Ministry of Health. On establishment of the working group. Joint order of ministers of Health and Education, Culture and Science No 3781484. Ulaanbaatar 2009.
2. Implementation sphere of Master plan of government and Health Branches of Mongolia 2006-2010. Ulaanbaatar. 2007.
3. The law of Mongolia on Government and Higher education. Ulaanbaatar. 2006.
4. Order of Minister of Health. 2008.
5. Demberel. B. Some basic problems of Medical ethics and Deontology. Ulaanbaatar. 1986.
6. Sanjaadorj. I. Medical ethics. Ulaanbaatar. 1979.
7. Tungalag. D, Damdinjav. Kh. et al. Professional and Consumer Ethics. Ulaanbaatar. 2007.
8. Damdinjav. Kh, Altantsetseg. T. et al. Ethics of Health professionals. Ulaanbaatar. 2008.
9. Lkhagvasuren. Ts, Tserendavga. D, Otgonbayar. D, Amarsaikhan. D. et al. Medical education. Ulaanbaatar. 2009.
10. Lkhagvasuren. Ts, Dunderdorj. D, Tserendavga. D, et al. Medical education. First edition. Ulaanbaatar. 2009.
11. Family Medicine Curriculum of MNUMS and medical schools. Ulaanbaatar. 2009.
12. Amarsaikhan. D. theoretical and methodological problems on medical schools curriculum improvement. Dissertation for MD degree. Ulaanbaatar. 2003.
13. Damdinjav. Kh. Sociophylosophical problems of biomedical ethics in Mongolian Health system. Dissertation for MD degree. Ulaanbaatar. 2004.
14. Medical ethics manual. World Medical Association. 3rd edition 2015.
15. Taylor KL, Chudley AE. Meeting the needs of future physicians: a core curriculum initiative for postgraduate medical education at a Canadian university. Med Educ 2001; 35: 973-982.
16. Association of American Medical Colleges. AAMC GME core curriculum project: draft for comment. Washington, DC, USA: Association of American Medical Colleges; 1999.
17. Kern DE, Thomas PA, Harward DM, Bass ED. Curriculum Development for Medical Education: A Six Step Approach. Baltimore: John Hopkins Press; 1998.
18. Nazaraly Usabaliev, Training Family medicine Practitioners at the Family medicine training centre in Issyk-kul oblast, 2000 May, Kyrgyzstan.
19. Republic of Armenia Ministry of Health. Unified Family Medicine Curriculum. Yerevan 2003.
20. Henri-Ingrid Maaroos, University of Tartu, Department of Polyclinic and Family
21. Medicine. Family medicine basic, residency and doctorate training curriculum. 1998.

DOI: 10.18454/IRJ.2016.47.028

Афанасьева Г.А.¹, Чеснокова Е.Ю.²¹Доцент, доктор медицинских наук, ²аспирант, кафедра патологической физиологии им. Академика А.А. Богомольца ГБОУ ВПО Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского Минздрава России**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ ПРО- И ПРОТИВОВОСПАЛИТЕЛЬНЫХ ЦИТОКИНОВ В ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ КРОВИ БОЛЬНЫХ С РАЗЛИЧНЫМИ ФОРМАМИ ЭНДОМЕТРИОЗА****Аннотация**

Целью работы явилась сравнительная оценка соотношения уровней IL-1 β , обладающего провоспалительными эффектами, и противовоспалительного цитокина IL-10 при аденомиозе и генитальном эндометриозе 3 и 4 степеней распространенности. Представляется целесообразным поиск возможностей использования показателей цитокинового статуса в диагностике степени тяжести, распространенности и прогрессирования эндометриозного процесса.

Ключевые слова: генитальный эндометриоз, диагностика, IL-1 β , IL-10.

Afanasyeva G.A.¹, Chesnokova E.U.²¹MD, associate professor, ²Postgraduate student, Department of pathological physiology named after Academician A.A. Bohomolets, Saratov State Medical University named after V.I. Razumovsky, Russian Ministry of Health**A COMPARATIVE EVALUATION OF A CONTENT OF PRO- AND ANTI-INFLAMMATORY CYTOKINES IN PERIPHERAL BLOOD OF PATIENTS WITH DIFFERENT FORMS OF ENDOMETRIOSIS****Abstract**

The aim of the work is a comparative evaluation of correlation of IL-1 levels, which has an anti-inflammatory effect and anti-inflammatory cytokine IL-10 in adenomyosis and genital endometriosis of 3 and 4 stages of popularity. It appears to find opportunities of using cytokine status measures in diagnostics of endometrial process' s severity prevalence and progression.

Keywords: genital endometriosis, diagnostics, IL-1 β , IL-10.

В настоящее время не вызывает сомнения тот факт, что развитие генитального эндометриоза сопровождается индукцией локальных и системных цитокин-опосредованных реакций. Биологические эффекты про- и противовоспалительных цитокинов обеспечивают метаболические, функциональные расстройства, во многом определяющие тяжесть течения, степень распространенности патологического процесса в органах малого таза и брюшной полости. Целью работы явилось изучение изменения баланса про- и противовоспалительных цитокинов при различных клинических формах генитального эндометриоза и их взаимосвязи с тяжестью патологического процесса.

Для частичного решения этой задачи исследовали содержание провоспалительного цитокина IL-1 β и цитокина с противовоспалительными эффектами IL-10 в сыворотке крови женщин, страдающих аденомиозом и генитальным эндометриозом 3 и 4 степеней тяжести (Витковский Ю. А., Кузник Б. И., Солпов А. В. Влияние цитокинов на лимфоцитарно-тромбоцитарную адгезию // Медицинская иммунология. 2002. Т. 4, №2. С. 135-136., Зайчик А.Ш., Чурилов Л.П. Общая патофизиология (с основами иммунопатологии). Санкт-Петербург: ЭЛБИ-СПб. 2008; 4: 656с.).

Клинические исследования больных осуществлялись на базе гинекологических отделений МУЗ Областная КБ города Саратова. Группу сравнения составили 30 клинически здоровых небеременных женщин репродуктивного возраста. Исследования уровней IL-1 β , IL-10 в сыворотке крови пациенток с первой (n=24), третьей и четвертой (n=33) стадиями генитального эндометриоза проводились на иммуноферментном анализаторе «MD-6000» (Meredith Diagnostics, Англия) с использованием наборов для твердофазного иммуноферментного анализа (Biosource, Бельгия) на фоне выраженных клинических проявлений патологии при поступлении женщин в стационар. Статистическая обработка результатов исследований была проведена с использованием пакета Statistica 6.

При исследовании цитокинового статуса пациенток с первой стадией распространенности эндометриоза было обнаружено нарастание уровня IL-1 β в сыворотке периферической крови в 2,03 раза (p=0,000...) по отношению к группе сравнения (табл.1).

Таблица 1 – Показатели содержания IL-1 β и IL-10 в сыворотке крови пациенток, страдающих аденомиозом и эндометриозом 3-4 стадий распространенности

Группы пациенток	Группа сравнения (n=31)	Пациентки с аденомиозом I стадии (n=24)	Пациентки с 3-4 стадией эндометриоза (n=33)
Исследуемые показатели	МЕ (ИКР)	МЕ (ИКР)	МЕ (ИКР)
		p	p
IL-1 β (пг/мл)	0,93(0,66;1,02)	1,89(1,55;2,06) p=0,000...	2,24(2,09;2,73) p=0,000... p ₁ =0,000005
IL-10 (пг/мл)	1,19 (0,97; 1,28)	3,98(3,78; 4,78) p=0,000...	4,77 (3,85; 5,65) p = 0,000... p ₁ =0,053429

Примечание: МЕ-медиана, ИКР-интерквартильный размах, p – по отношению к группе сравнения; p₁ – по сравнению с группой пациенток с первой стадией генитального эндометриоза.

Изучение содержания именно этого цитокина определялось тем, что у человека преобладает именно эта разновидность IL-1, которая характеризуется способностью индуцировать NO-синтазу, повышать продукцию оксида азота (Сидорова И.С., Никитина Н.А. Особенности патогенеза эндотелиоза при преэклампсии // Акушерство и гинекология. - 2015. - № 1. – С. 74.).

Как свидетельствуют данные литературы, IL-1 β относится к группе провоспалительных цитокинов, который вызывает экзоцитоз лизосомальных ферментов и свободных кислородных радикалов фагоцитами (Пальцев М.А., Иванов А.А., Северин С.Е. Межклеточные взаимодействия. Москва: Медицина, 2003. 288 с.). IL-1 в качестве флогогена вызывает дегрануляцию тучных клеток с высвобождением биологически активных веществ, влияет на активность эндотелиоцитов, стимулирует продукцию простаглицлина, участвует в регуляции системных иммунных реакций (Попков В.М., Чеснокова Н.П., Ледванова М.Ю., 2012).

Так, IL-1 β способствует образованию и повышению активности цитотоксических Т-лимфоцитов, натуральных киллеров, усиления синтеза ряда других провоспалительных цитокинов, хемотаксических факторов и рецепторов к ним (Кузник Б. И., Цыбиков Н. Н., Витковский Ю. А. Единая клеточно-гуморальная система защиты организма // Тромбоз, гемостаз и реология, 2005. №2.- Сидорова И.С., Никитина Н.А. Особенности патогенеза эндотелиоза при преэклампсии // Акушерство и гинекология. - 2015. - № 1.– С. 74.).

Таким образом, IL-1 β обеспечивает повышение интенсивности образования клеточных и плазмменных медиаторов воспаления, оказывающих существенное влияние на проницаемость сосудов, интенсивность микроциркуляции, клеточную инфильтрацию очагов эндометриоза. Изменяя активность цитотоксических эффектов лимфоцитов, макрофагов, эффективность процесса фагоцитоза IL-1 β оказывает влияние на состояние клеточного гомеостаза тканей, может оказывать существенное влияние на развитие и механизмы распространения клеток эндометриозных очагов в малом тазу и брюшной полости (Витковский Ю. А., Кузник Б. И., Еделев Д. А., Солпов А. В. Влияние интерлейкинов 4 и 10 на систему гемостаза *in vitro* // Иммунология. –2001, №1.– С.43–45.).

Как известно, продукция IL-1 β тесно взаимосвязана с синтезом противовоспалительных цитокинов, в частности с образованием IL-10 Т-лимфоцитами, макрофагами, кератиноцитами, В-лимфоцитами (Витковский Ю. А., Кузник Б. И., Еделев Д. А., Солпов А. В. Влияние гинекология. -2015. -№1. –С.74.).

В связи с этим нами исследовано содержание IL-10 в период выраженных клинических проявлений эндометриоза. Как оказалось, при эндометриозе первой стадии в сыворотке крови больных женщин отмечается повышение уровня IL-10 по отношению к группе сравнения в 3,35 раза ($p=0,000...$) (табл.1).

Как известно, IL-10 относится к категории противовоспалительных цитокинов, подавляет функциональную активность макрофагов, Т-лимфоцитов, ингибирует продукцию провоспалительных цитокинов, секрецию иммуноглобулинов, уменьшает экспрессию антигенов главного комплекса гистосовместимости, продукцию IL-12 и интерферона (Новицкий В.В., Гольдберг Е.Д., Уразова О.И. Патофизиология. -2013. С.76.).

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют об увеличении содержания в сыворотке крови женщин, страдающих эндометриозом первой стадии распространенности не только IL-1 β – цитокина с провоспалительными эффектами, но и противовоспалительного цитокина IL-10 (табл.1).

В последующих исследованиях представлялось целесообразным установить наличие зависимости тяжести клинических проявлений патологии и изменений содержания IL-1 β и IL-10 в сыворотке крови больных. Как известно, для 3 степени эндометриоза свойственно распространение эндометриозных элементов более чем на половину толщины миометрия. При вовлечении в патологический процесс париетальной брюшины малого таза и соседних органов констатируют 4 степень распространения патологии (Кудрина Е.А. Современные подходы к патогенезу, диагностике и лечению генитального эндометриоза: Дис. д-ра мед. наук. - М., 1999. - 280 с.). Нарастание тяжести клинических проявлений патологии у больных с 3 и 4 степенями распространенности эндометриозного процесса сопровождалось значительным увеличением содержания IL-1 β в сыворотке крови: по сравнению с результатами здоровых женщин – в 2,41 раза ($p=0,000...$) и с результатами группы больных с 1 стадией эндометриоза – в 1,19 раз ($p=0,000005$) (табл.1).

В тоже время было обнаружено нарастание уровня противовоспалительного цитокина IL-10, как по отношению к результатам группы сравнения (в 3,34 раза, $p=0,000...$), так и к результатам группы больных с аденомиозом (в 4,00 раза, $p=0,053429$).

Результаты проведенных исследований позволили сделать следующие выводы:

1. У больных с генитальным эндометриозом уровни IL-1 β и IL-10 резко возрастают, обнаруживая прямую взаимосвязь с тяжестью клинических проявлений заболевания.
2. Повышение уровня IL-1 β в крови обеспечивает индукцию механизмов вторичной альтерации, а также стимуляцию цитотоксических эффектов по отношению к эктопическим эндометриозным клеткам.
3. Увеличение содержания IL-10 в крови больных с различными формами эндометриоза свидетельствует об относительной недостаточности противовоспалительных механизмов.
4. Полученные результаты определяют необходимость дальнейшей детализации механизмов изменения цитокинового статуса при эндометриозе и поиска возможностей использования показателей про- и противовоспалительных цитокинов в диагностике эндометриозного процесса.

Литература

1. Новицкий В.В., Гольдберг Е.Д., Уразова О.И. Патофизиология. -2013. С.76.
2. Сидорова И.С., Никитина Н.А. Особенности патогенеза эндотелиоза при преэклампсии // Акушерство и гинекология. - 2015. - №1. – С. 74.
3. Адамян Л.В., Кулаков В.И., Андреева Е.Н. Эндометриозы. М.: Медицина, 2006. – 416 с.
4. Баскаков В.П., Цвелев Ю.В., Кира Е.Ф. Эндометриозная болезнь. – СПб.: ООО «Издательство НЛ», 2002. – 452 с.

5. Кудрина Е.А. Современные подходы к патогенезу, диагностике и лечению генитального эндометриоза: Дис. д-ра мед. наук. – М., 1999. – 280 с.
6. Кудрина Е.А., Ищенко А.И., Гадаева И.В. и др. Молекулярно-биологические характеристики наружного генитального эндометриоза // Акуш. и гин. – 2000. – № 6. – С. 24–27.
7. Гинекология: национальное руководство. – М.: ГЭОТАР–Медиа, 2007. – 1072 с.
8. Сидорова И.С., Унанян А.Л. и др. Гиперпластические процессы эндометрия: особенности клиники и терапии // Врач. – 2011, №3. – С.40–42.
9. Кузник Б. И., Цыбиков Н. Н., Витковский Ю. А. Единая клеточно-гуморальная система защиты организма // Тромбоз, гемостаз и реология, –2005, №2.– С. 37–39.
10. Витковский Ю. А., Кузник Б. И., Еделев Д. А., Солпов А. В. Влияние интерлейкинов 4 и 10 на систему гемостаза in vitro // Иммунология. –2001, №1.– С.43–45.
11. Витковский Ю. А., Кузник Б. И., Солпов А. В. Влияние цитокинов на лимфоцитарно-тромбоцитарную адгезию // Медицинская иммунология. –2002, Т. 4, №2. –С. 135–136.
12. Зайчик А.Ш., Чурилов Л.П. Общая патофизиология (с основами иммунопатологии). Санкт - Петербург: ЭЛБИ-СПб, 2008, № 4. –С. 656.
13. Пальцев М.А., Иванов А.А., Северин С.Е. Межклеточные взаимодействия. Москва: Медицина, 2003, –С. 288.

References

1. Novickij V.V., Gol'dberg E.D., Urazova O.I. Patofiziologija. -2013. S.76.
2. Sidorova I.S., Nikitina N.A. Osobennosti patogeneza jendotelioza pri prejeklampsii // Akusherstvo i ginekologija. - 2015. - №1. - S. 74.
3. Adamjan L.V., Kulakov V.I., Andreeva E.N. Jendometriozy. M.: Medicina, 2006. — 416 s.
4. Baskakov V.P., Cvelev Ju.V., Kira E.F. Jendometrioidnaja bolezn'. — SPb.: ООО «Izdatel'stvo NL», 2002. — 452 s.
5. Kudrina E.A. Sovremennye podhody k patogenezu, diagnostike i lecheniju genital'nogo jendometrioza: Dis. d-ra med. nauk. – M., 1999. –280 s.
6. Kudrina E.A., Ishhenko A.I., Gadaeva I.V. i dr. Molekuljarno-biologicheskie harakteristiki naruzhnogo genital'nogo jendometrioza // Akush. i gin. – 2000. – № 6. – S. 24–27.
7. Ginekologija: nacional'noe rukovodstvo. – M.: GJeOTAR–Media, 2007. – 1072 s.
8. Sidorova I.S., Unanjan A.L. i dr. Giperplasticheskie processy jendometrija: osobennosti kliniki i terapii // Vrach. – 2011, №3. – S.40–42.
9. Kuznik B. I., Cybikov N. N., Vitkovskij Ju. A. Edinaja kletочно-gumoral'naja sistema zashhity organizma // Tromboz, gemostaz i reologija, –2005, №2.– S. 37–39.
10. Vitkovskij Ju. A., Kuznik B. I., Edelev D. A., Solpov A. V. Vlijanie interlejkinov 4 i 10 na sistemu gemostaza in vitro // Immunologija. –2001, №1.– S.43–45.
11. Vitkovskij Ju. A., Kuznik B. I., Solpov A. V. Vlijanie citokinov na limfocitarno-trombocitarnuju adgeziju // Medicinskaja immunologija. –2002, T. 4, №2. –S. 135–136.
12. Zajchik A.Sh., Churilov L.P. Obshhaja patofiziologija (s osnovami immunopatologii). Sankt - Peterburg: JeLBI-SPb, 2008, № 4. –S. 656.
13. Pal'cev M.A., Ivanov A.A., Severin S.E. Mezhhklochnye vzaimodejstvija. Moskva: Medicina, 2003, –S. 288.



AGRIS

Международный научно-исследовательский журнал теперь индексируется в Agris.

Статьи, размещаемые в Agris, имеют статус публикаций ВАК.

AGRIS (International System for Agricultural Science and Technology) – это международная библиографическая база данных с более чем 7.5 млн структурированных библиографических данных по сельскому хозяйству и смежным дисциплинам.

DOI: 10.18454/IRJ.2016.47.096

Ахмадуллина Г.И.¹, Курникова И.А.², Нуруллина Г.М.³

Кандидат медицинских наук, доцент, ГБОУ ВПО «Ижевская государственная медицинская академия Минздрава Российской Федерации», доктор медицинских наук, профессор, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет дружбы народов», аспирант, ГБОУ ВПО «Ижевская государственная медицинская академия Минздрава Российской Федерации»

СИСТЕМНЫЕ НАРУШЕНИЯ, КОМОРБИДНАЯ ПАТОЛОГИЯ И ФУНКЦИЯ ЖЕЛУДКА У БОЛЬНЫХ САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ 2 ТИПА

Аннотация

В данной работе проведено исследование моторно-эвакуаторной функции желудка, распространенности патологии органов желудочно-кишечного тракта, состояния вегетативных регуляторных механизмов у пациентов с сахарным диабетом 2 типа. Произведена оценка связи нарушений общих вегетативных механизмов и регуляции функции желудка с длительностью заболевания, компенсацией углеводного обмена и лабильным течением диабета. Полученные результаты наглядно демонстрируют необходимость оценки у пациентов с сахарным диабетом 2 типа независимо от давности заболевания состояния моторно-эвакуаторной функции желудка для последующей коррекции выявленных нарушений с целью улучшения компенсации диабета и предотвращения гипогликемических состояний.

Ключевые слова: сахарный диабет, функция желудка, вегетативный статус.

Akhmadullina G.I.¹, Kurnikova I.A.², Nurullina G.M.³

MD, Associate Professor, Medical University "Izhevsk State Medical Academy of the Russian Federation Ministry of Health," MD, professor, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "Russian Peoples' Friendship University", Postgraduate Medical University "Izhevsk State Medical Academy of the Russian Federation Ministry of Health "

SYSTEMIC DISORDERS, COMORBID DISEASE AND STOMACH FUNCTION IN PATIENTS WITH TYPE 2 DIABETES

Abstract

In this paper we studied the motor-evacuation function of the stomach, the prevalence of disease of the gastrointestinal tract, the state of the autonomic regulatory mechanisms in patients with type 2 diabetes. An assessment of communication disorders common autonomic mechanisms and regulation of gastric motility with disease duration, glycemic control and labile course of diabetes. The results clearly demonstrate the need to assess in patients with type 2 diabetes regardless of the duration of the disease state of the motor-evacuation function of the stomach for subsequent correction of violations in order to improve diabetes management and prevention of hypoglycemic conditions.

Keywords: diabetes, stomach function, vegetative status.

Сахарный диабет 2 типа на сегодняшний день является классическим примером коморбидной патологии, т.к. уже на момент постановки диагноза выявляются многочисленные поздние осложнения диабета, в том числе вегетативная нейропатия, которые способствуют развитию соматической патологии. С другой стороны, при первом выявлении нарушений углеводного обмена у пациентов с диабетом 2 типа, уже наблюдаются сопутствующие заболевания тех или органов или систем. По данным различных авторов заболевания органов желудочно-кишечного тракта встречаются у пациентов с сахарным диабетом в 30-75 % случаев [10, 11, 12, 13, 14]. По данным ранее проведенных нами исследований в структуре коморбидной патологии у пациентов с сахарным диабетом 2 типа заболевания органов пищеварения находятся на 2-е месте после сердечно-сосудистых заболеваний [1, 3, 4, 7, 8]. При наложении диабета на уже имеющееся заболевание изменяется классическая клиническая картина заболевания, его морфологические и лабораторные признаки [10, 11, 12, 13, 14]. Сопутствующие заболевания органов пищеварительной системы могут, в свою очередь, изменять течение сахарного диабета, утяжелять прогноз заболевания, снижать приверженность пациентов к лечению [1, 3, 4, 7, 8].

Цель исследования: изучить моторно-эвакуаторную функцию желудка, структуру соматической патологии со стороны органов пищеварения и состояние вегетативной нервной системы у пациентов с сахарным диабетом 2 типа.

Материалы и методы: было проведено комплексное обследование 44 пациентов с сахарным диабетом 2 типа (женщин – 35 человека, мужчин – 9). Длительность диабета колебалась от 2 лет до 25 лет ($9,41 \pm 5,59$ года). Все пациенты были разделены на три группы в зависимости от давности диабета: первая группа (до 5 лет) – 12 человек (27,27%), вторая (6-10 лет) – 13 (29,5%), третья (более 11 лет) – 19 человек (43,2%). Средний возраст составил $52,8 \pm 6,51$ лет. Почти половина (21 человек – 47,72%) обследованных пациентов получали комбинированную терапию (инсулин+пероральные сахароснижающие средства), 16 человек (36,36%) – только инсулинотерапию, 7 человек (15,9%) принимали таблетированные сахароснижающие средства. Клинико-метаболическая компенсация диабета ($HbA_{1c} < 7\%$) наблюдалась у 6 человек (13,6%), декомпенсация углеводного обмена – у 38 человек (86,4%). Лабильное течение сахарного диабета (ежедневные гипогликемии) наблюдалось у 5 человек (11,36%). Состояние вегетативного тонуса оценивалось путем расчета вегетативного индекса Кердо (ВИ) [2]. С целью оценки моторно-эвакуаторной функции желудка проводилась динамическая гастросцинтиграфия [9]. Для выявления соматической патологии со стороны органов желудочно-кишечного тракта учитывались данные анамнеза, амбулаторных карт пациентов, проводилось комплексное обследование органов пищеварительной системы, включающее в себя фиброгастроудоденоскопию, ультразвуковое исследование органов брюшной полости. В зависимости от количества заболеваний органов пищеварения каждому обследованному пациенту вычислялся коэффициент коморбидности (КК по патологии ЖКТ). Обработка полученных данных производилась с помощью пакета программ

STATISTICA 6,0 (Matematica®, Matlab®, Harvard Graphics®) американской фирмы StatSoft (1995г.). Все пациенты подписали информированное согласие на участие в исследовании.

Результаты и обсуждение: Комплексное и целенаправленное обследование 44 пациентов с сахарным диабетом 2 типа показало большую распространенность патологии органов желудочно-кишечного тракта. Так коэффициент коморбидности (КК) по патологии органов пищеварения колебался от 1 до 8 заболеваний на одного человека (таб.1). Среди выявленных заболеваний органов пищеварения (по данным анамнеза, лабораторно-инструментальных методов исследования) преобладала патология поджелудочной железы и гепатобилиарной системы. На втором месте оказались заболевания гастродуоденальной зоны.

Анализ клинических данных показал, что только 7 пациентов (15,9%) не предъявляли никаких жалоб со стороны органов пищеварения. Большинство пациентов сахарным диабетом 2 типа предъявляли многочисленные жалобы на желудочную, кишечную диспепсию и боли в различных отделах передней брюшной стенке (рис.1). Превалировали жалобы на изжогу ($z=1,144$, $p=0,253$), боли в правом подреберье ($z=0,113$, $p=0,910$) и диарея ($z=-0,183$, $p=0,855$).

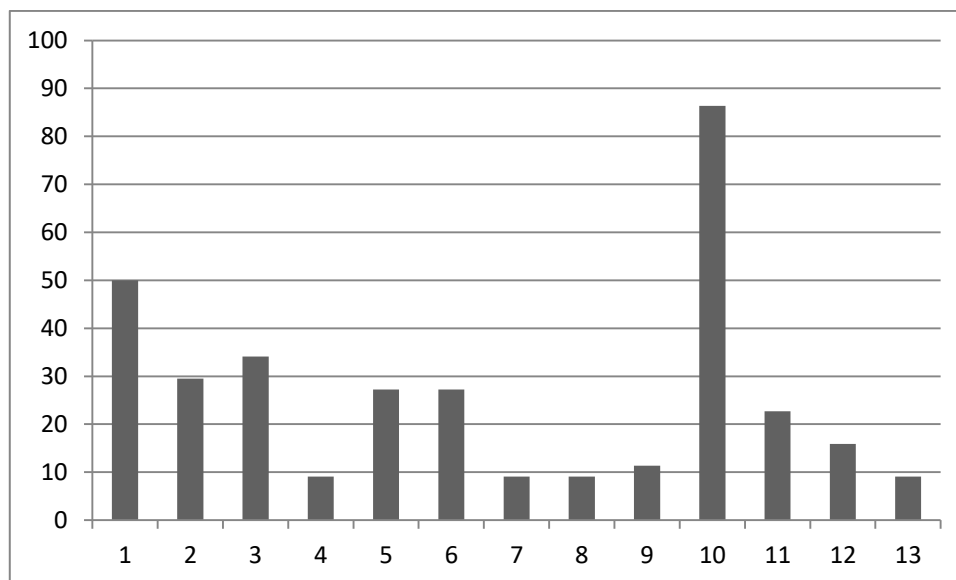


Рис.1 Основные клинические проявления у пациентов с сахарным диабетом 2 типа

Примечание: 1 – изжога, 2 – отрыжка, 3 – тошнота, 4 – рвота, 5 – боли в эпигастрии, 6 – боли в правом подреберье, 7 – боли в левом подреберье, 8 – боли в околопупочной области, 9 – боли по ходу толстого кишечника, 10 – чувство тяжести и метеоризма, 11 – запоры, 12 – поносы, 13 – чередование запоров и поносов.

Таблица 1 – Структура сопутствующей патологии органов желудочно-кишечного тракта у пациентов с сахарным диабетом 2 типа

Сопутствующие заболевания	Пациенты с сахарным диабетом 2 типа (n=44)
Хронический панкреатит	32 (72,72%)
Желчнокаменная болезнь	11 (25%)
Хронический бескаменный холецистит	10 (22,72%)
Полип желчного пузыря	1 (2,27%)
Постхолецистэктомический синдром	5 (11,36%)
Жировой гепатоз	21 (47,72%)
Хронический гепатит неуточненной этиологии	6 (13,63%)
Хронический вирусный гепатит С	2 (4,54%)
Хронический гепатит лекарственной и аутоиммунной этиологии	1 (2,27%)
Хронический гастрит	10 (22,72%)
Хронический эрозивный гастрит	7 (15,9%)
Хронический атрофический гастрит	2 (4,54%)
Хронический дуоденит	9 (20,45%)
Гастроэзофагеальная рефлюксная болезнь	4 (9,09%)
Язвенная болезнь желудка	1 (2,27%)
Язвенная болезнь двенадцатиперстной кишки	3 (6,81%)
Дискинезия желчевыводящих путей	12 (27,27%)
Синдром раздраженного кишечника	2 (4,54%)
Хронический колит	1 (2,27%)
Аппендэктомия	9 (20,45%)

При оценке вегетативного статуса по уровню вегетативного индекса Кердо обращает на себя внимание, что уже на момент постановки диагноза сахарного диабета у пациентов этой группы наблюдается нарушение вегетативного равновесия с преобладанием гиперпарасимпатикотонии (таб.2). Такая же картина наблюдается в группе пациентов с давностью диабета от 6 до 10 лет. У пациентов с давностью заболевания более 10 лет проявления гиперсимпатикотонии и гиперпарасимпатикотонии наблюдались с одинаковой частотой (таб.2).

Таблица 2 – Распределение пациентов с сахарным диабетом 2 типа по данным оценки вегетативного равновесия

Группы наблюдения	Вегетативный индекс Кердо		
	ВИ=0	ВИ<0	ВИ>0
Первая группа (n=12)	1 (8,33%)	7 (58,4%)	4 (33,3%)
Вторая группа (n=13)	0	8 (61,5%)	5 (38,5%)
Третья группа (n=19)	0	8 (42,1%)	11 (57,9%)

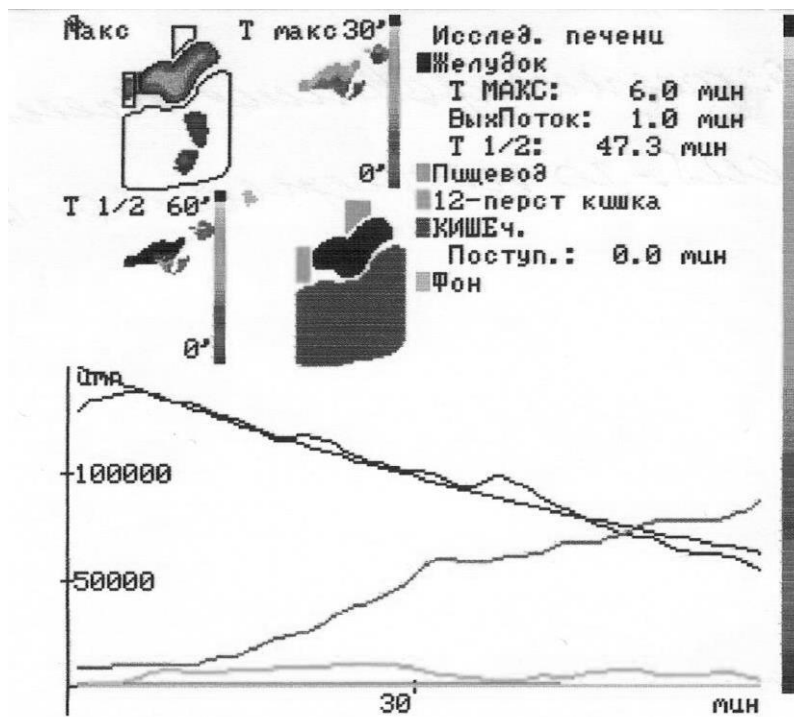
Данные динамической гастросцинтиграфии (таб.3,4) показали, что независимо от давности диабета у большинства пациентов оказалась замедленная моторно-эвакуаторная функция желудка по показателю T1\2, что не соответствовало тону вегетативной нервной системы и свидетельствовало о грубых и длительных нарушениях механизмом регуляции. Варианты заключений динамической гастросцинтиграфии представлены на рис.2. Форма желудка была гипотоническая у 38,46% больных, гипертоническая – у 30,76%, нормотоническая – у 30,76% пациентов. Наблюдалось чаще ускоренное поступление первых порций РФП в кишечник у 11 человек (42,3%), у 8 человек (30,76%) – было замедленное поступление, у 1 пациента (3,84%) – в норме. У 8 человек (30,7%) – наблюдались гастроэзофагеальные рефлюксы, у одного пациента (3,84%) – дуоденогастральный рефлюкс. Время максимального накопления РФП в желудке, которое зависит от тонуса и формы желудка у большинства пациентов во всех трех группах оказалось замедленное (таб. 4).

Таблица 3 – Распределение больных сахарным диабетом 2 типа по данным оценки гастросцинтиграфии (T1/2) в зависимости от давности заболевания

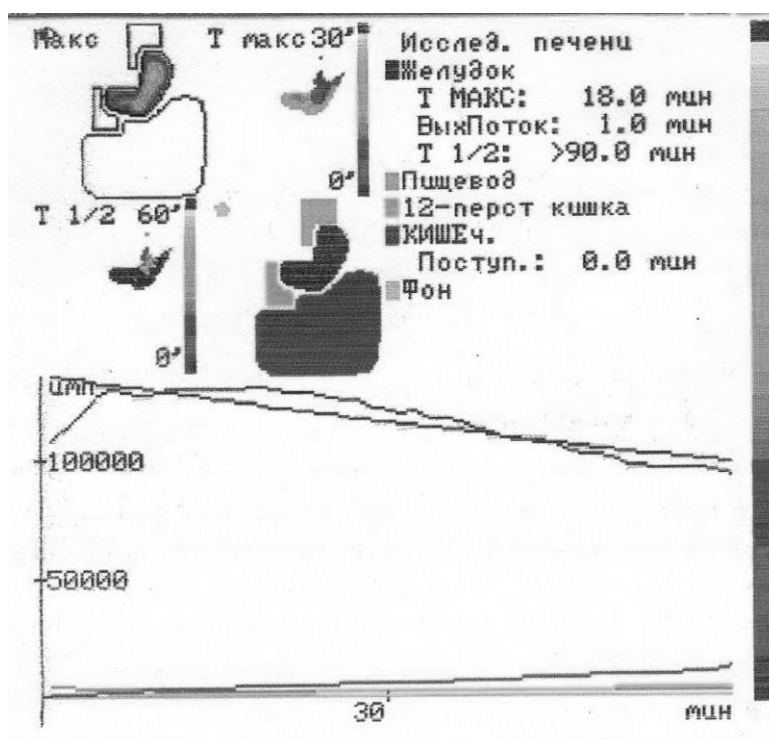
Группы наблюдения	Тип эвакуации пищи из желудка (T1/2)		
	Ускоренный	Замедленный	Нормальный
Первая группа (n=8)	0	8 (100%)	0
Вторая группа (n=8)	0	7 (87,5%)	1 (12,5%)
Третья группа (n=10)	1(10%)	8 (80%)	1(10%)

Таблица 4 – Распределение больных сахарным диабетом 2 типа по данным оценки гастросцинтиграфии (Т макс.) в зависимости от давности заболевания

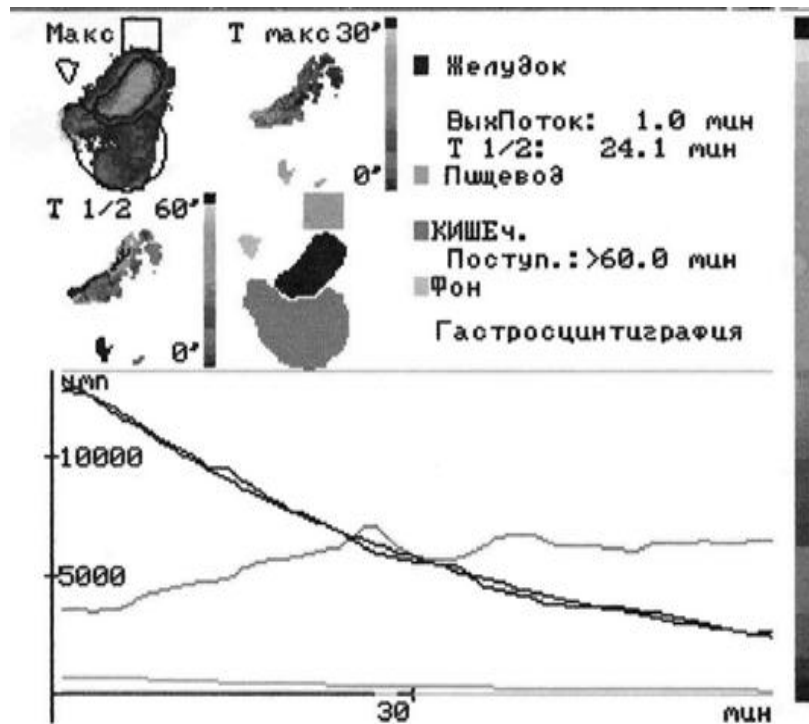
Группы наблюдения	Время максимального накопления РФП в желудке (Тмакс.)	
	Нормальный	Замедленный
Первая группа (n=8)	0	8(100%)
Вторая группа (n=8)	3 (37,5%)	5 (62,5%)
Третья группа (n=10)	1 (10%)	9(90%)



Заключение: Поступление из пищевода удовлетворительное – максимальное накопление достигнуто на 6 мин. Моторно-эвакуаторная функция желудка не изменена ($T_{1/2}=47,3$ мин.). Форма желудка по тону – нормотоническая. Наблюдаются единичные гастроэзофагальные рефлюксы. Отмечается ускоренное поступление РФП в кишечник (на 13,3 мин.)



Заключение: Поступление из пищевода замедленное – максимальное накопление достигнуто на 18 мин. Моторно-эвакуаторная функция желудка замедленная ($T_{1/2}>90$ мин.). Форма желудка по тону – гипотоническая. Отмечается нормальное поступление РФП в кишечник (на 26 мин.)



Заключение: Поступление из пищевода удовлетворительное – максимальное накопление достигнуто на 1 мин. Моторно-эвакуаторная функция желудка ускоренная ($T_{1/2}=24,1$ мин.). Форма желудка по тонусу – гипертоническая.

Рис.2 – Варианты заключений динамических гастросцинтиграфий, проведенных пациентам с сахарным диабетом 2 типа

У 15,9 % пациентов не было никаких жалоб со стороны органов гастродуоденальной зоны, при этом у 80% из них была замедленная моторно-эвакуаторная функция желудка ($T_{1/2\text{ср.}}=81,2$ мин), у 20% – в пределах нормы.

Математическое моделирование с построением 3D-графиков позволило выявить взаимосвязь между моторно-эвакуаторной функцией желудка, давностью диабета и наличием гипогликемий, а именно при удлинении $T_{1/2}$ (застое пищи в желудке) увеличивается частота гипогликемий, а при увеличении длительности сахарного диабета еще больше затягивается эвакуация пробного завтрака из желудка (рис.3).

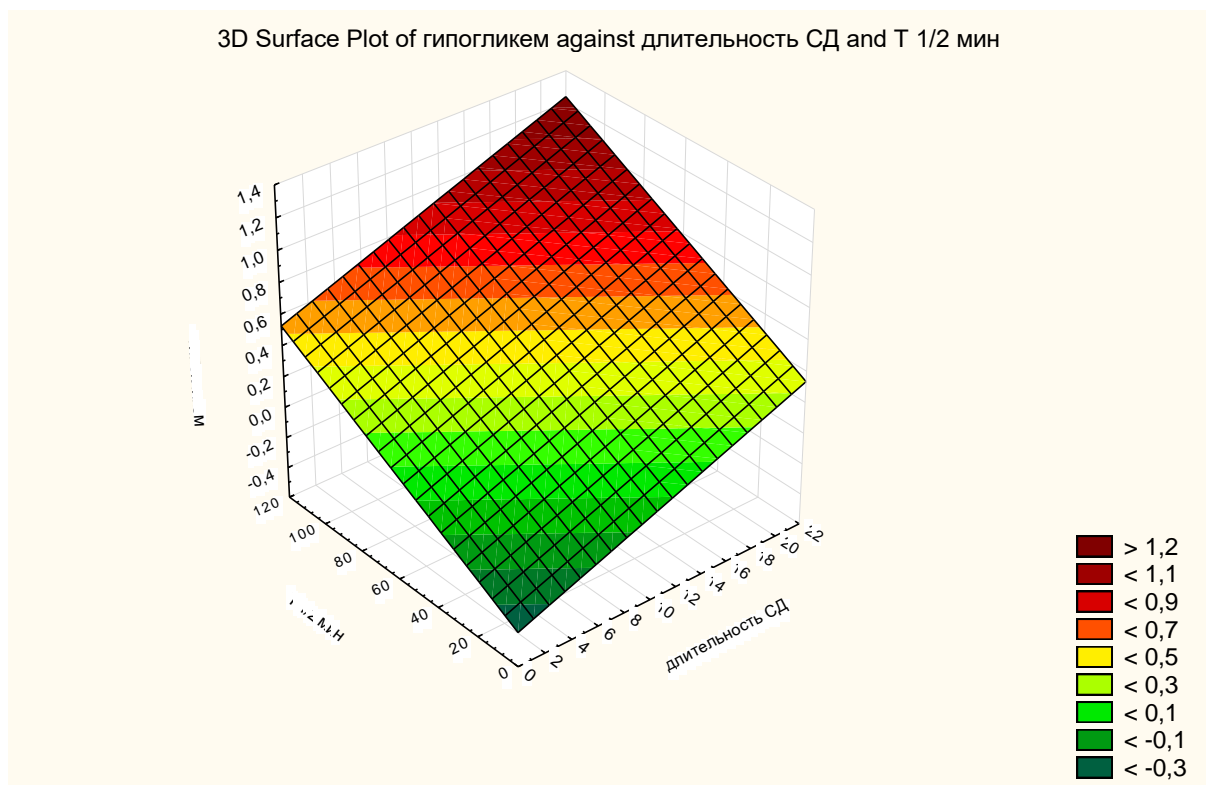


Рис.3. Корреляционные связи между $T_{1/2}$, частотой гипогликемий и длительностью сахарного диабета

Как показал кластерный анализ (рис. 4) между количеством заболеваний органов пищеварения, длительностью сахарного диабета и уровнем компенсации углеводного обмена существует сильная связь. Данная триада, в свою очередь связана с тонусом желудка (Т макс.) и вегетативным статусом.

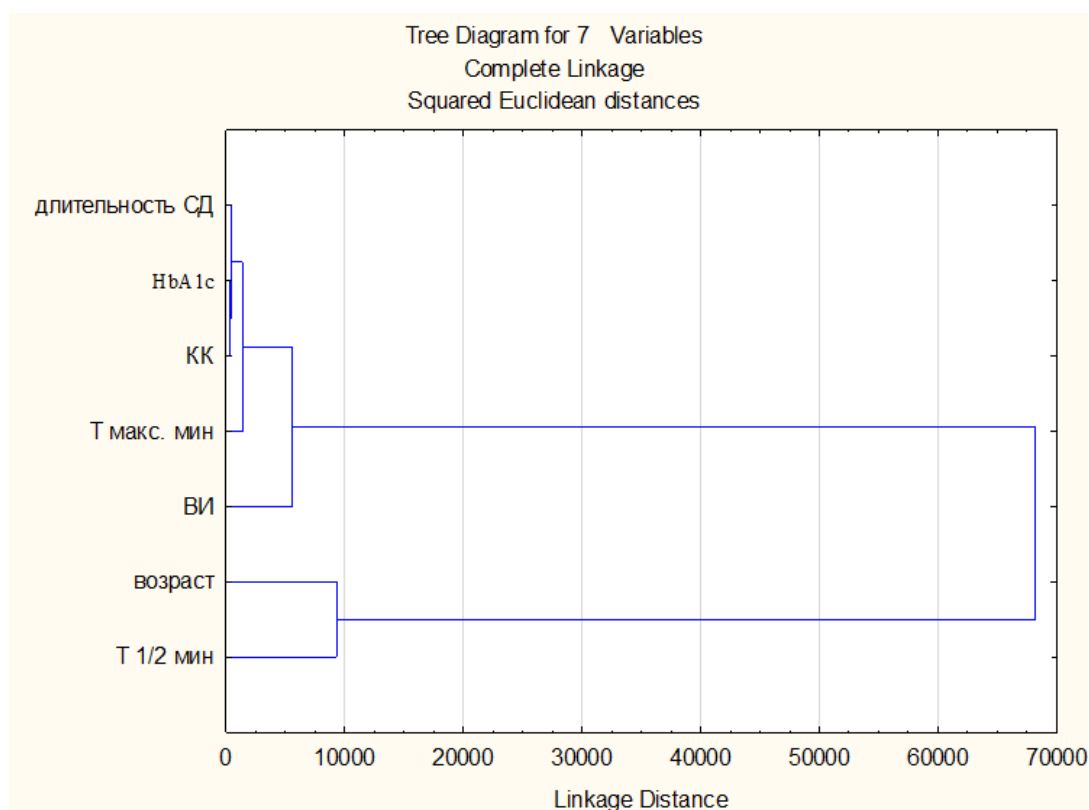


Рис.4 Иерархическая диаграмма распределения статистически значимой взаимосвязи между признаками (кластерный анализ)

Исходя из вышеизложенного, в ходе статистического анализа мы получили взаимосвязь между качеством компенсации диабета и проявлениями коморбидной патологии, связанной с органами пищеварения, а также проявлениями нарушений моторно-эвакуаторной функцией желудка и распространенностью гипогликемий.

Таким образом, сочетанное течение гастроэнтерологической и эндокринной патологии является актуальной темой для современной медицины и в настоящее время. По данным динамической гастросцинтиграфии у большинства обследованных пациентов были выявлены нарушения моторно-эвакуаторной функции желудка, что сочеталось с расстройством вегетативной регуляции. У части пациентов нарушения моторно-эвакуаторной функции желудка протекали бессимптомно. Замедленная эвакуаторная функция желудка может быть одной из причин развития гипогликемий. Сопутствующая патология со стороны органов желудочно-кишечного тракта у пациентов с сахарным диабетом 2 типа способна влиять на компенсацию углеводного обмена и зависит от длительности диабета и состояния вегетативной нервной системы.

Литература

1. Ахмадуллина Г.И., Курникова И.А. Гепатобилиарная система и адаптационные возможности у пациентов с сахарным диабетом 2 типа // Архив внутренней медицины. – 2015. – том 5. – №4(24). – С.43-48.
2. Вегетативные расстройства: клиника, лечение, диагностика: Руководство для врачей / Под ред. В.Л. Голубева. – М.: ООО «Медицинское информационное агентство», 2010. – 640с.
3. Климентьева Г.И., Курникова И.А., Маслова И.С., Мерзлякова О.Г. Проблема коморбидности у больных метаболическим синдромом и сахарным диабетом 2 типа // Материалы III научно-практической конференции эндокринологов УФО «Актуальные проблемы современной эндокринологии», 13 июня 2013. – С.47-49.
4. Климентьева Г.И., Курникова И.А., Кузнецова И.А., Афонова Т.М. Сахарный диабет 2 типа и проблема коморбидной патологии // Кубанский научный вестник медицинский. – 2012. – №1(130). – С. 81-85.
5. Курникова И.А., Гурьева И.В., Чернышова Т.Е., Климентьева Г.И. Клинико-экспертная диагностика гастроинтестинальной формы диабетической нейропатии // Сахарный диабет. – 2011. – №2. – С.94-97.
6. Курникова И.А., Климентьева Г.И., Чернышова Т.Е. Комплексный подход к диагностике и реабилитации больных с гастроинтестинальной формой диабетической автономной нейропатии // Сибирский медицинский журнал. – 2011. – № 1. – С. 48–51.
7. Курникова И.А. Оптимизация системного подхода в реабилитации больных сахарным диабетом с высокой коморбидностью // Международный эндокринологический журнал. – 2010. – 3 (27). – С. 62–70.
8. Курникова И.А. Оптимизация системного подхода в реабилитации больных сахарным диабетом с высокой коморбидностью: Автореф. дис. док. мед наук. – Ульяновск, 2010. – 50с.
9. Национальное руководство по радионуклидной диагностике/ под ред. Ю.Б. Лишманова, В.И. Чернова. - Изд. STT, Томск, 2010 – 686 с.

10. Трухан Д.И. Диабетический гастропарез: актуальность проблемы и выбор прокинетики // Медицинский вестник. – 2015. – №8.
11. Филиппов Ю. Гастроэнтерологические нарушения при диабетической нейропатии // Врач. — 2011. — № 4. — С. 96–101.
12. Циммерман Я.С., Зинатуллин М.Р. Сахарный диабет и функционально-структурные изменения в гастродуоденальной зоне: клинко-эпидемиологическое исследование // Тер. архив. — 2011. — Т. 83, № 2. — С. 71-75.
13. Шульпекова Ю.О. Гастроэнтерологические проявления автономной диабетической нейропатии // Русский медицинский журнал. — 2011. — № 17. — URL: http://rmj.ru/articles_7794.htm (дата обращения 15.07.2013).
14. Stevens J.E., Jones K.L., Rayner C.K., Horowitz M. Pathophysiology and pharmacotherapy of gastroparesis: current and future perspectives // Expert Opin Pharmacother. — 2013. — Vol. 14, № 9. — P. 1171—1186.

References

1. Ahmadullina G.I., Kurnikova I.A. Gepatobiliarnaja sistema i adaptacionnye vozmozhnosti u pacientov s saharnym diabetom 2 tipa // Arhiv vnutrennej mediciny. — 2015. — tom5. — №4(24). — S.43-48.
2. Vegetativnye rasstrojstva: klinika, lechenie, diagnostika: Rukovodstvo dlja vrachej / Pod red. V.L. Golubeva. — M.: ООО «Medicinskoe informacionnoe agentstvo», 2010. — 640s.
3. Kliment'eva G.I., Kurnikova I.A., Maslova I.S., Merzljakova O.G. Problema komorbidnosti u bol'nyh metabolicheskim sindromom i saharnym diabetom 2 tipa // Materialy III nauchno-prakticheskoy konferencii jendokrinologov UFO «Aktual'nye problemy sovremennoj jendokrinologii», 13 ijunja 2013. — S.47-49.
4. Kliment'eva G.I., Kurnikova I.A., Kuznecova I.A., Afonova T.M. Saharnyj diabet 2 tipa i problema komorbidnoj patologii // Kubanskij nauchnyj vestnik medicinskij. — 2012. — №1(130). — S. 81-85.
5. Kurnikova I.A., Gur'eva I.V., Chernyshova T.E., Kliment'eva G.I. Kliniko-jekspertnaja diagnostika gastrointestinal'noj formy diabeticheskoy nejropatii // Saharnyj diabet. — 2011. — №2. — S.94-97.
6. Kurnikova I.A., Kliment'eva G.I., Chernyshova T.E. Kompleksnyj podhod k diagnostike i rehabilitacii bol'nyh s gastrointestinal'noj formoj diabeticheskoy avtonomnoj nejropatii // Sibirskij medicinskij zhurnal. — 2011. — № 1. — S. 48–51.
7. Kurnikova I.A. Optimizacija sistemnogo podhoda v rehabilitacii bol'nyh saharnym diabetom s vysokoj komorbidnost'ju // Mezhdunarodnyj jendokrinologicheskij zhurnal. — 2010. — 3 (27). — S. 62–70.
8. Kurnikova I.A. Optimizacija sistemnogo podhoda v rehabilitacii bol'nyh saharnym diabetom s vysokoj komorbidnost'ju: Avtoref. dis. dok. med nauk. — Ul'janovsk, 2010. — 50s.
9. Nacional'noe rukovodstvo po radionuklidnoj diagnostike/ pod red. Ju.B. Lishmanova, V.I. Chernova. - Izd. STT, Tomsk, 2010 — 686 s.
10. Truhan D.I. Diabeticheskij gastroparez: aktual'nost' problemy i vybor prokinetika // Medicinskij vestnik. — 2015. — №8.
11. Filippov Ju. Gastroenterologicheskie narusheniya pri diabeticheskoy nejropatii // Vrach. — 2011. — № 4. — S. 96–101.
12. Cimmerman Ja.S., Zinatullin M.R. Saharnyj diabet i funkcional'no-strukturnye izmeneniya v gastroduodenal'noj zone: kliniko-jepidemiologicheskoe issledovanie // Ter. arhiv. — 2011. — Т. 83, № 2. — S. 71-75.
13. Shul'pekova Ju.O. Gastroenterologicheskie projavleniya avtonomnoj diabeticheskoy nejropatii // Russkij medicinskij zhurnal. — 2011. — № 17. — URL: http://rmj.ru/articles_7794.htm (data obrashheniya 15.07.2013).
14. Stevens J.E., Jones K.L., Rayner C.K., Horowitz M. Pathophysiology and pharmacotherapy of gastroparesis: current and future perspectives // Expert Opin Pharmacother. — 2013. — Vol. 14, № 9. — R. 1171—1186.

DOI: 10.18454/IRJ.2016.47.214

Базиев А.М.¹, Теувов А.А.²

¹ORCID: 0000-0001-6360-6577, ²ORCID: 0000-0003-3405-937X, кандидат медицинских наук, доцент,
Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х. М. Бербекова;

ВЛИЯНИЕ БЕСКРОВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ТЕЧЕНИЕ ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОГО ПЕРИОДА

Аннотация

Гемотрансфузия в хирургии, нередко, приводит к многочисленным осложнениям как во время операции, так и в послеоперационном периоде. Определенным выходом из этого затруднительного положения является сочетание острой интраоперационной нормоволемической гемодилюции с реинфузией озонированной аутокрови с последующей послеоперационной озонотерапией. Были проанализированы результаты исследования 158 пациентов с хирургическими заболеваниями органов брюшной полости, разбитых на 2 группы.

Ключевые слова: аутогемотрансфузия, гемодилюция, озонотерапия.

Baziev A.M.¹, Teuvov A.A.²

¹ORCID: 0000-0001-6360-6577, ²ORCID: 0000-0003-3405-937X MD, associate professor,
Kabardino-Balkarian State University

INFLUENCE OF BLOODLESS TECHNOLOGIES ON THE CURRENT OF THE POSTOPERATIVE PERIOD

Abstract

Blood transfusion in surgery often leads to many complications both during surgery and in the postoperative period. A certain way out of this predicament is a combination of acute normovolemic intraoperative hemodilution with reinfusion of ozonized autologous blood with subsequent postoperative therapy. Were analyzed the results of a study of 158 patients with surgical diseases of the abdominal cavity, divided into 2 groups.

Keywords: autohemotransfusion, hemodilution, ozone therapy.

Введение. Результаты оперативного лечения тяжелых хирургических заболеваний органов брюшной полости, артериальной сосудистой системы до сих пор остаются неудовлетворительными. Так, резекция пищевода, желудка, кишечника при опухолевых поражениях в 0,28 – 29,6% случаев осложняется несостоятельностью швов

анастомоза, а летальность при операциях на поджелудочной железе, печени колеблется от 9 до 30 %. Можно полагать, что развитие этих грозных, порой фатальных осложнений, нагноение операционных ран связано не только с основным заболеванием, но и с интраоперационной кровопотерей. Замещение каждой потерянной капли крови донорской кровью не оправдано из-за выраженной иммунодепрессии гемотрансфузии, а также из-за грозных последствий переливания донорской крови. Поэтому разработка методов сбережения крови во время операции, реинфузии модифицированной аутокрови в послеоперационном периоде, могущих улучшить результаты оперативного лечения весьма большой группы населения, является актуальной проблемой современной хирургии. Однако реинфузия излившейся в рану или через дренажи крови больного аппаратом «Cell Saver» мало доступна из-за дороговизны аппарата, а заготовка и хранение аутокрови путем аутогемотрансфузии по принципу «прыгающей лягушки» неоправданно надолго затягивает период предоперационной подготовки, т.е. экономически не оправдана.

Определенные перспективы открывает эксфузия крови перед операцией с управляемой нормоволемической гемодилюцией.

В то же время следует отметить, что количество эксфузируемой крови значительно ограничено и полностью не разрешает проблему. Поэтому улучшение лечебного эффекта собранной в контейнеры аутокрови путем ее обработки озоном перед реинфузией может улучшить результаты оперативного лечения пациентов, так как озон обладает мощным антибактериальным, дезинтоксикационным, иммуномодулирующим, антигипоксическим, сосудорасширяющим эффектами.

Гемотрансфузия, являясь технически простой, доступной любому врачу операций, получила очень широкое распространение. Определенным выходом из этого затруднительного положения является сочетание острой интраоперационной нормоволемической гемодилюции с реинфузией озонированной аутокрови с последующей послеоперационной озонотерапией.

Цель исследования: изучить влияние острой нормоволемической гемодилюции (ОНГ) с реинфузией озонированной аутокрови (РОАК) и послеоперационной озонотерапии (ПООТ) на течение ближайшего послеоперационного периода.

Материалы и методы. Были проанализированы результаты исследования 158 пациентов с хирургическими заболеваниями органов брюшной полости, разбитых на 2 группы. Первую основную группу составили 82 больных, которым производили интраоперационную нормоволемическую гемодилюцию одномоментной эксфузией 500-750 мл крови, ее озонирование и обратное переливание к концу операции. В ближайшем послеоперационном периоде проводили озонотерапию путем ежедневного внутривенного введения 200,0 мл озонированного изотонического раствора хлорида натрия. Во вторую контрольную группу были включены 76 больных, сопоставимых с основной группой по характеру заболевания, объему выполненных операций, полу, возрасту и другим показателям и получавших в послеоперационном периоде традиционное лечение и переливание донорской крови.

Результаты. Сравнительный анализ данных обеих групп в наших исследованиях показал, что частота нагноительных и воспалительных осложнений в контрольной группе была статистически достоверно выше, чем в основной, несмотря на использование в послеоперационном периоде 2 и более антибиотиков разных групп в течение 7-10 дней (в среднем $54,3 \pm 0,5$ инъекций одному больному). В основной же группе в результате применения бескровных технологий и озонотерапии использовался 1 антибиотик в течение 3-5 дней (в среднем $8,3 \pm 0,4$ инъекций) ($p < 0,001$).

Из 76 оперированных в контрольной группе больных в ближайшем послеоперационном периоде различные осложнения развились у 20 (26,2%) пациентов. Из осложнений ближайшего послеоперационного периода у больных контрольной группы гипостатические пневмонии наблюдались у 6,6% и тромбоэмболии легочной артерии на разных уровнях у 3,9%. Летальность составила 5,2%.

В основной же группе лишь у 1 (1,2%) больного возник тромбофлебит подкожных вен правой голени, летальных исходов не было.

Нозологическая и количественная характеристика послеоперационных осложнений и летальности в контрольной группе больных приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристика осложнений и летальности в контрольной группе больных

Осложнения	Количество больных		Умерло	
	Абс. число	%	Абс. число	%
Несостоятельность швов 12 ПК	2	2,6	2	2,6
Острая спаечная непроходимость	1	1,3		
Тромбоэмболия легочной артерии на разных уровнях	3	3,9	1	1,3
Острая почечная недостаточность	1	1,3	1	1,3
Гипостатическая пневмония	5	6,6		
Нагноение послеоперационной раны	6	7,9		
Тромбофлебит подкожных вен н/к	2	2,6		
ИТОГО	20	26,2	4	5,2

Как демонстрирует таблица 1, из нагноительных осложнений у 6 пациентов контрольной группы, с сопутствующим экзогенно-конституциональным ожирением III-IV степени, несмотря на антибактериальную терапию двумя антибиотиками в сочетании с применением инфузий метрогила 200,0 мл/сут, произошло нагноение послеоперационной раны.

От тромбоэмболических осложнений пострадали 6 пациентов: у 1 произошла тромбоэмболия легочной артерии, у 3 - тромбоэмболия мелких ветвей легочной артерии с инфарктной пневмонией (пребывание в стационаре увеличилось на 12,4 койко-дня) и у 2 пациентов возник тромбофлебит подкожных вен правой нижней конечности на фоне варикозной болезни нижних конечностей (пребывание в стационаре увеличилось на 7 койко-дней).

Характеризуя структуру летальности следует сказать, что острая почечная недостаточность, приведшая к смерти 1 пациентки, развилась на 4-е сутки после удаления забрюшинной опухоли, прорастающей прямую кишку, восходящий отдел толстого кишечника и правую почку; 2 пациентов умерли от несостоятельности швов двенадцатиперстной кишки (один – после резекции 2/3 желудка, второй – после пилорoduоденопластики), неоднократные оперативные вмешательства по устранению последствий этого осложнения у обоих пациентов к успеху не привели; 1 пациент умер от тромбоэмболии легочной артерии на 7-е сутки после правосторонней гемиколэктомии по поводу рака восходящего отдела толстого кишечника III стадии.

У вышеупомянутых 4 больных гемодилюция с реинфузией озонированной аутокрови не проводилась в связи с изначальной артериальной гипотонией и анемией.

В основной группе бактерицидный и иммуномодулирующий эффекты озона позволили в послеоперационном периоде использовать антибактериальную терапию в меньшем объеме, чем в контрольной.

Частота нагноительных и воспалительных осложнений в контрольной группе была статистически достоверно выше, чем в основной, несмотря на использование в послеоперационном периоде 2 и более антибиотиков разных групп в течение 7-10 дней (в среднем $57,3 \pm 0,7$ инъекций одному больному), тогда как в основной - использовался 1 антибиотик в течение 3-5 дней (в среднем $8,1 \pm 0,3$ инъекций).

Анальгезирующий эффект озона в основной группе выражался в использовании меньшего количества тех или иных анальгетиков. Так, в контрольной группе в послеоперационном периоде в течение 2-3 дней использовались наркотические анальгетики до 3 инъекций в сутки (в среднем $6,5 \pm 0,3$ инъекций одному больному) и далее ненаркотические анальгетики в течение 4-6 дней (в среднем $14,2 \pm 0,2$ инъекции). В основной же группе в послеоперационном периоде наркотические анальгетики использовались после каждой операции дважды в первые сутки (в среднем $2,0 \pm 0,3$ инъекции одному больному) и далее ненаркотические анальгетики в течение 2-4 дней (в среднем $7,8 \pm 0,2$ инъекции).

Выводы. Таким образом, наши исследования показали, что использование элементов бескровной хирургии с озонотерапией в послеоперационном периоде у больных основной группы способствовало уменьшению общего числа применяемых антибиотиков, снижению количества осложнений и летальности.

Литература

1. Аграненко В.А. Гемотрансфузионные реакции и осложнения / В.А. Аграненко, Н.Н. Скачилова. — М. : Медицина, 1996. - 280 с.
2. О.В. Масленников. Практическая озонотерапия / О.В. Масленников, К.Н. Конторщикова. – Н.Новгород, 2011. – 135 с.
3. Применение кровесберегающих технологий в абдоминальной хирургии / Л. Б. Канцалиев, А. А. Теувов, А. М. Базиев // Хирургия. Журнал им. Н. И. Пирогова. – 2007. - № 2. – С. 38-41.

References

1. Application krovesberegayuschih technologies in abdominal surgery / L.B. Kantsaliev, A.A. Teuvov, A.M. Baziev // Surgery. Journal of them. NI Pirogov. - 2007. - № 2. - S. 38-41.
2. O.V. Maslennikov. Practical ozone / O.V. Maslennikov, K.N. Kontorshchikova. - Nizhni Novgorod, 2011. - 135 p.
3. V.A. Agranenko Transfusion reactions and complications / V.A. Agranenko, N.N. Skachilova.- Moscow: Medicine, 1996. - 280 p.

DOI: 10.18454/IRJ.2016.47.072

Василенко Д.В.¹, Боев К.В.², Пашков М.В.³, Лувев И.А.⁴, Адиев М.С.⁵

¹ORCID: 0000-0001-9914-9267, Кандидат медицинских наук, ²ORCID: 0000-0002-4355-5730, Кандидат биологических наук, ³Кандидат медицинских наук, ⁴ORCID: 0000-0002-7694-0862, врач, Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н.Бурденко, ⁵ORCID: 0000-0001-7582-340, ⁵врач, ООО Медицинский центр «ДиАл-Мед», г. Воронеж

СОЗДАНИЕ МУЛЬТИМЕДИЙНЫХ ИНТЕРАКТИВНЫХ КУРСОВ ПО ИЗУЧЕНИЮ МОРФОЛОГИЧЕСКОГО СОСТАВА БИОЛОГИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА

Аннотация

Составлен мультимедийный обучающий курс на основе Microsoft PowerPoint по изучению морфологического состава биологического материала. Программа позволяет активное обсуждение в виртуальной реальности с преподавателем многообразия морфологических вариантов клеток. В курс включена специально разработанная лекция с визуализацией по морфологическим типам клеток. В процессе обучения формируются мотивации обучающихся и стимулируется познавательная активность. В итоге повышается эффективность усвоения материала с сокращением времени работы с микроскопом.

Ключевые слова: мультимедийный курс, обучение, эффективность.

Vasilenko D.V.¹, Boev K.V.², Pashkov M.V.³, Luev I.A.⁴, Aduiev M.S.⁵

¹ORCID: 0000-0001-9914-9267, MD, ²ORCID: 0000-0002-4355-5730 PhD in Biology, ³MD, ⁴ORCID: 0000-0002-7694-0862, physician, Voronezh state medical University named after. N. N. Burdenko, ⁵ORCID: 0000-0001-7582-3405 physician, Medical centre "Dial-Med", Voronezh

CREATING INTERACTIVE MULTIMEDIA COURSES FOR THE STUDY OF THE MORPHOLOGICAL COMPOSITION OF BIOLOGICAL MATERIAL

Abstract

Composed multimedia training course is based on Microsoft PowerPoint for the study of the morphological composition of biological material. The program allows active discussion in virtual reality with the teacher the diversity of morphological variants of cells. The course includes a specially designed lecture with visualization of the morphological types of cells. In the learning process formed the motivation of students and stimulates cognitive activity. In the end, increases the efficiency of absorption of the material by reducing the time of work with a microscope.

Keywords: multimedia courses, training, efficiency.

Одно из требований к условиям реализации основных образовательных программ подготовки специалиста на основе федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС) является широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся [3, 4, 5].

Внедрение интерактивных форм обучения – одно из важнейших направлений совершенствования подготовки студентов в современном вузе.

Современный процесс обучения предполагает две формы самостоятельной работы: собственно самостоятельная работа и управляемая преподавателем самостоятельная работа студентов или слушателей (УСРС), которая может быть проведена в интерактивной форме.

УСРС – это такой вид деятельности, в ходе которой студент, руководствуясь специальными указаниями преподавателя, приобретает и совершенствует знания, умения и навыки. При этом центр тяжести переносится на самонаучение. УСРС позволит снизить аудиторную нагрузку как преподавателя, так и студента [6].

Для составления мультимедийных курсов больше всего подходит программа Microsoft PowerPoint. Существенной возможностью программы является возможность использования языка программирования Visual Basic for Application [2], позволяющего выводить вопросы на экран одновременно с показом текстовой и графической информации и отправлять данные о ответах обучающихся в базу данных, доступную для анализа преподавателем.

Для составления учебной программы первоначально был написан текст. Затем к тексту подбирались иллюстративный материал. В большинстве случаев использовался оригинальный материал, полученный на клинической базе кафедры биохимии ВГМУ (ООО Медицинский центр «ДиАл-Мед») при помощи цифрового микроскопа. Для показа редких патологий использовали снимки препаратов, размещенные в общем доступе в сети интернет в виде интернет-атласов.

Слушатели при работе с программой проходят последовательно от слайда к слайду. При необходимости возможен возврат к предыдущим слайдам для повторения материала.

После прохождения определенного раздела дается слайд с изображением, на котором морфологические элементы не подписаны, а только указан их номер. Слушатели самостоятельно решают поставленные вопросы, и затем проводится обсуждение результатов в группе. Окончательный вариант ответов представляется преподавателю для обсуждения и коррекции ответов.

По результатам работы слушателей курса клинической лабораторной диагностики проведен анализ усвоения учебного материала по нескольким разделам.

В первый день работы с электронными атласами по теме «Морфология клеток крови» выявлено, что у слушателей возникают сложности с идентификацией клеточных элементов.

До создания электронных учебных пособий данная тема давалась на лекции, где иллюстративным материалом была бумажная таблица со схемой кроветворения. Существенным недостатком этого иллюстративного материала было то, что на ней представлены всего по одной клетке каждого вида и то, что это был рисунок некоей идеальной клетки, чего нельзя наблюдать в микроскоп. Традиционный подход к преподаванию в виде лекции не стимулировал

самостоятельного изучения данной темы, и при переходе после лекции сразу к работе с микроскопом слушатели терялись в многообразии представления каждого вида клеток и не могли правильно их идентифицировать.

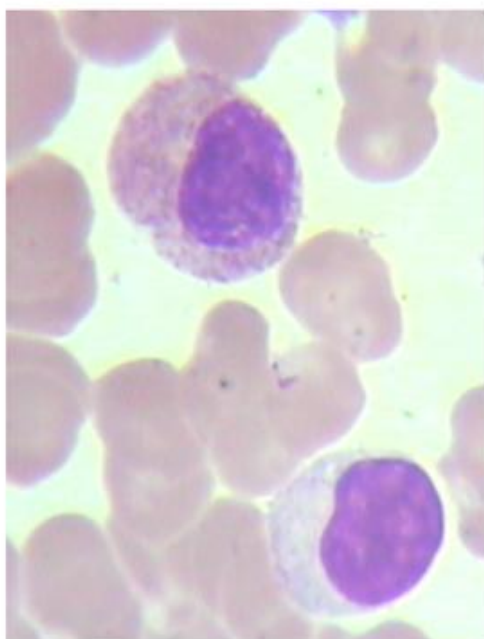
Использование на занятии электронного атласа стимулирует самостоятельную работу слушателя [7]. При рассмотрении на одном сборном слайде большого разнообразия клеток одного вида позволяет лучше запомнить как общие черты, присущие этому типу клеток, так и увидеть многообразие их морфологических вариантов. После двух часов самостоятельной работы слушатели решают задания из тестового слайда, и ответы из программы передаются на компьютер преподавателя для совместного разбора тех вопросов, которые вызвали затруднение при идентификации клеток.

Пример страницы электронного атласа представлен на рисунке 1.

Анализ работы показал следующие типичные затруднения.

1. Непонимание различия базофильной и оксифильной цитоплазмы приводит к неправильной идентификации моноцитов и нейтрофилов.
2. Неправильная идентификация типов зернистости гранулоцитов вызывает ошибки в определении нейтрофилов и базофилов, и в меньшей степени, эозинофилов.
3. Сложность в определении структуры хроматина ядра может привести к неправильному определению степени зрелости клеток и отнесению бластов к зрелым клеточным элементам. Это самая опасная ошибка при подсчете мазков крови, приводящая к поздней диагностике лейкозов и соответственно, к смерти больного вследствие несвоевременного лечения.

Виды клеток крови



- Клетки крови представлены лейкоцитами, эритроцитами, тромбоцитами. Лейкоциты в свою очередь могут быть подразделены на гранулоциты – клетки, содержащие в цитоплазме специфическую зернистость, и агранулоциты – клетки, не содержащие специфической зернистости в цитоплазме.
- Вверху клетка с зернистостью в цитоплазме (гранулоцит), внизу – без зернистости (агранулоцит).

Рис. 1 – Пример страницы электронного атласа по изучению морфологии клеток крови

По результатам анализа материала самостоятельной работы слушателей с электронными атласами преподавателем проводится коррекция полученных знаний и после этого тестирование. Слушатели, получившие положительную оценку на тестировании, допускаются к практическим занятиям с микроскопом.

Для усвоения морфологических понятий необходим иллюстративный материал. Индивидуальная работа с микроскопом в данном случае невозможна, так как в разных мазках крови распределение клеток неравномерно, многие клетки либо не встречаются вообще, либо представлены единичными экземплярами на 500-100 других клеток. Поэтому слушатели даже при помощи преподавателя не могут найти под микроскопом все необходимые типы клеток.

Для облегчения усвоения данной темы разработана лекция с визуализацией.

В основу методологии проектирования лекционного курса в виде текста лекций положены принципы системности, информативности, наглядности и понятности [1].

В основе лекции лежит системное изложение реферативно переработанных научных текстов, а также материалов собственных наблюдений. Целое и его части связаны между собой. Весь текст и иллюстрации выполнены в виде презентации в программе Microsoft PowerPoint с элементами языка программирования (VBA) – визуальный Бейсик для приложений.

В начале представлен план лекции, а в дальнейшем текст лекции постоянно сопровождается показом иллюстративного материала. Одновременное наличие на экране изображения и описания к нему позволяет значительно увеличить усвоение материала. Согласно полученному нами опыту на экране одновременно не должно находиться изображение более четырех клеток. Рядом находится текст с описанием структур объемом 3-5 предложений (принцип наглядности).

При проектировании лекции используется дедуктивный метод (от общего к частному). Например, сначала приводятся общие признаки молодости клеток и морфологические изменения при созревании, а затем показываются этапы созревания каждой клеточной линии (принцип информативности).

Таким образом, использование лекции с визуализацией позволяет повысить эффективность усвоения материала и уменьшить время на его закрепление на практическом занятии.

Также были созданы электронные атласы по изучению осадков мочи, кала и мокроты. Сложность занятий по данным темам обусловлена тем, что препараты этих биологических жидкостей не хранятся и каждый день необходимо их заново готовить. Однако, многие элементы встречаются достаточно редко, и на некоторых циклах в течение 4-х недель практических занятий не встречалось осадков мочи с этими элементами. К таким элементам относятся: почечный эпителий, кристаллы гиппуровой кислоты, сульфата кальция, цистина, тирозина, холестерина и некоторые другие. Без использования атласов изучить морфологию этих элементов затруднительно.

Выявлены наиболее типичные затруднения в идентификации неокрашенных элементов осадка мочи.

1. Трудности выявления тяжелой слизи.
2. Неправильная дифференциация лейкоцитов и жирноперерожденного почечного эпителия.
3. Дифференцировка кристаллов овоидных оксалатов и эритроцитов.
4. Различие кристаллов мочевой кислоты и трипельфосфатов.
5. Дифференцировка кристаллов мочевой кислоты и холестерина.

По результатам самостоятельной работы слушателей с программой был проведен анализ типичных ошибок. Принято решение о создании слайдов, демонстрирующих на экране одновременно элементы, которые слушатели путали при работе с программой. Но эти слайды предложено давать слушателям после окончания работы с атласом и проведения промежуточного тестирования, чтобы не снижать собственной познавательной активности обучающихся.

Таким образом, использованная технология позволяет улучшить усвоение учебного материала и сократить время обучения, что важно в практической подготовке врачей.

Выводы.

1. Созданный мультимедийный курс соответствует требованиям ФГОС ВПО.
2. В процессе обучения формируются мотивации обучающихся и стимулируется познавательная активность.
3. Созданный курс по изучению морфологического состава биологического материала повышает эффективность усвоения с сокращением времени для закрепления приобретенных навыков.

Литература

1. Алёхина О. Д., Гандалян Е. В., Бурлачук В. Т. [и др.] Возможности повышения эффективности традиционных форм обучения в дополнительном профессиональном образовании врачей // Инновации в науке: сб. ст. по матер. XL междунар. науч.-практ. конф. № 12(37). – Новосибирск: СибАК, 2014.
2. Ананьев А.И. Самоучитель Visual Basic 6.0 / А.И. Ананьев, А.Ф. Федоров. – СПб. : bhv, 2001. – 624 с.
3. Гончарова Ю.М. Болонский процесс в высшей медицинской школе – за и против / Ю.М.Гончарова// Проблемы и перспективы развития высшего профессионального образования России в контексте современных социально-экономических условий : материалы II Межрегиональной научно-практической конференции с международным участием. – Воронеж : ИПЦ «Научная книга», 2011. – 255 с. С. 28-31.
4. Есауленко И.Э. Теория и методика обучения в высшей медицинской школе : учебное пособие / И.Э.Есауленко, А.Н.Пашков, И.Е.Плотникова – 2-е изд. – Воронеж : ИПЦ «Научная книга», 2011. – 384 с.
5. Плотникова И.Е. Организация процесса повышения квалификации и профессиональной переподготовки научно-педагогических работников медицинского и фармацевтического профиля // Наука и бизнес: пути развития. – 2015. - № 7. – С. 26-31.
6. Плотникова И.Е., Комова С.Ю., Брежнев С.И. Дистанционные образовательные технологии в системе непрерывного профессионального образования // Глобальный научный потенциал. – 2014. - № 6 (39). – С. 24-27.
7. Плотникова И.Е., Филозоф А.А., Комова С.Ю. Реализация компетентного подхода в системе повышения квалификации научно-педагогических работников медицинского вуза // Наука и бизнес: пути развития. – 2014. - № 6 (36). – С. 11-14.

References

1. Aljohina O. D., Gandaljan E. V., Burlachuk V. T. [i dr.] Vozmozhnosti povysheniya jeffektivnosti tradicionnyh form obuchenija v dopolnitel'nom professional'nom obrazovanii vrachej // Innovacii v nauke: sb. st. po mater. XL mezhdunar. nauch.-prakt. konf. № 12(37). – Novosibirsk: SibAK, 2014.
2. Anan'ev A.I. Samouchitel' Visual Basic 6.0 / A.I. Anan'ev, A.F. Fedorov. – SPb. : bhv, 2001. – 624 s.
3. Goncharova Ju.M. Bolonskij process v vysshej medicinskoj shkole – za i protiv / Ju.M.Goncharova// Problemy i perspektivy razvitija vysshego professional'nogo obrazovanija Rossii v kontekste sovremennyh social'no-jekonomicheskij uslovij : materialy II Mezhregional'noj nauchno-prakticheskoj konferencii s mezhdunarodnym uchastiem. – Voronezh : IPC «Nauchnaja kniga», 2011. – 255 s. S. 28-31.
4. Esaulenko I.Ie. Teorija i metodika obuchenija v vysshej medicinskoj shkole : uchebnoe posobie / I.Ie.Esaulenko, A.N.Pashkov, I.E.Plotnikova – 2-e izd. – Voronezh : IPC «Nauchnaja kniga», 2011. – 384 s.
5. Plotnikova I.E. Organizacija processa povysheniya kvalifikacii i professional'noj perepodgotovki nauchno-pedagogicheskij rabotnikov medicinskogo i farmaceuticheskogo profilja // Nauka i biznes: puti razvitija. – 2015. - № 7. – S. 26-31.
6. Plotnikova I.E., Komova S.Ju., Brezhnev S.I. distancionnye obrazovatel'nye tehnologii v sisteme nepreryvnogo professional'nogo obrazovanija // Global'nyj nauchnyj potencial. – 2014. - № 6 (39). – S. 24-27.
7. Plotnikova I.E., Filozop A.A., Komova S.Ju. Realizacija kompetentnostnogo podhoda v sisteme povysheniya kvalifikacii nauchno-pedagogicheskij rabotnikov medicinskogo vuza // Nauka i biznes: puti razvitija. – 2014. - № 6 (36). – S. 11-14.

DOI: 10.18454/IRJ.2016.47.227

Гибадуллина Ф.Б.¹, Минигазинов Р.С.², Насибуллина Л.Г.³, Гареева К. С.⁴, Латыпова А.М.⁵,
 Мухетдинова Л.З.⁶, Гибадуллина Г.Ф.⁷, Сахипова Л.Р.⁸, Курочкина А.О.⁹,
 Хисматуллина У.З.¹⁰, Фатхиева Л.Р.¹¹

¹ORCID: 0000-0001-7454-2855, Доцент, кандидат медицинских наук, Башкирский государственный медицинский университет; ²доцент, кандидат медицинских наук, Башкирский государственный медицинский университет; ³ORCID: 0000-0002-4685-8649, студентка, Башкирский государственный медицинский университет; ⁴ORCID: 0000-0001-8401-8555, студентка, Башкирский государственный медицинский университет; ⁵ORCID: 0000-0001-4419-2879, студентка, Башкирский государственный медицинский университет; ⁶ORCID: 0000-0001-6216-6936, студентка, Башкирский государственный медицинский университет; ⁷ORCID: 0000-0001-6332-3147, студентка, Башкирский государственный медицинский университет; ⁸ORCID: 0000-0003-0850-6682, студентка, Башкирский государственный медицинский университет; ⁹ORCID: 0000-0003-3327-8845, студентка, Башкирский государственный медицинский университет; ¹⁰ORCID: 0000-0003-0188-6299, студентка, Башкирский государственный медицинский университет;

¹¹ORCID: 0000-0002-1570-7151, студентка, Башкирский государственный медицинский университет

ФАКТОРЫ, ОБУСЛАВЛИВАЮЩИЕ ВОЗРАСТНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ СТРОЕНИЯ ФИКСИРУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ НАДКОЛЕННИКА И СГИБАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ КОЛЕННОГО СУСТАВА В ЦЕЛОМ

Аннотация

Надколенник и его фиксирующий аппарат взаимосвязаны в структурном и функциональном отношении, формируя единую сгибающую систему коленного сустава, при этом каждый элемент в этой системе имеет значение для функции нижней конечности в целом. Любые функциональные нагрузки в коленном суставе обуславливают возрастные изменения элементов коленного сустава и сгибающей системы нижней конечности в целом. Комплексное исследование надколенника и его фиксирующего аппарата имеют не только теоретическое значение для биомеханики коленного сустава и мышц, действующих на него, но и клиническое, применимое в спортивной медицине, педиатрии, травматологии и ортопедии.

Ключевые слова: надколенник; коленный сустав; биомеханика; фиксирующий аппарат надколенника.

Gibadullina F.B.¹, Minigazimov R.S.², Nasibullina L.G.³, Gareeva K. S.⁴, Latypova A.M.⁵, Mukhetdinova L.Z.⁶,
 Gibadullina G.F.⁷, Sakhipova L.R.⁸, Kurochkina A.O.⁹, Khismatullina U.Z.¹⁰, Fatkhieva L.R.¹¹

¹ORCID: 0000-0001-7454-2855, Associate Professor, Candidate of Medical Sciences, Bashkir state medical university;

²Associate Professor, Candidate of Medical Sciences, Bashkir state medical university; ³ORCID: 0000-0002-4685-8649, student, Bashkir state medical university; ⁴ORCID: 0000-0001-8401-8555, student, Bashkir state medical university;

⁵ORCID: 0000-0001-4419-2879, student, Bashkir state medical university; ⁶ORCID: 0000-0001-6216-6936, student, Bashkir state medical university; ⁷ORCID: 0000-0001-6332-3147, student, Bashkir state medical university; ⁸ORCID: 0000-0003-0850-6682, student, Bashkir state medical university; ⁹ORCID: 0000-0003-3327-8845, student, Bashkir state medical university; ¹⁰ORCID: 0000-0003-0188-6299, student, Bashkir state medical university; ¹¹ORCID: 0000-0002-1570-7151, student, Bashkir state medical university

FACTORS CAUSING AGE-RELATED CHANGES OF THE STRUCTURE OF THE FIXING ELEMENTS OF THE PATELLA AND FLEXION OF THE KNEE JOINT IN GENERAL

Abstract

The patella and its fixing apparatus are interconnected structurally and functionally, they form a single flexor system of a knee joint. With each element in this system is of some importance for the function of the knee and lower limb total. Complicated structure of the knee joint, freedom movements in the functional load causes age-related changes in the structure of the knee joint and the flexion system. The results of complex research have a theoretical value for the biomechanics of the knee joint and muscles acting on it.

Keywords: patella; knee joint; biomechanics; the fixing device of the patella.

Введение. В литературе существуют обширные и противоречивые данные по строению коленного сустава. Большое количество работ посвящено морфологии его менисков (Самоходова О.В., 2004; Рыбалко Д.Ю., 2006), связок (Галлямов М.Н., 1989; Стрижков А.Е., 1992-2015; Ахметдинова Э.Х., 1994; Иманова В.Р., 2004; Гибадуллина Ф.Б., 2004, 2009), строению жирового тела (Валиуллин Д.Р., 2003), надколенника (Гибадуллина Ф.Б., 2004; Иманова В.Р., 2004), синовиальных сумок (Костина Ю.В., 2011; Нурбулатова Л.Г., 2012). Сложное строение коленного сустава, свобода движений в нем, внешние функциональные нагрузки обуславливают высокий риск связочного аппарата к механическим повреждениям (Маланин Д.А., 1996). Среди патологии опорно-двигательного аппарата, по данным различных авторов, повреждения и заболевания коленного сустава составляют 10-24% всех повреждений нижних конечностей (Миронова З.С., 1962; Кириленко А.В. с соавт., 1989; Кузьменко В. с соавт., 1995; Гиришин С.Г. с соавт., 2000).

Эта проблема имеет не только медицинское, но и социальное значение, так как часто посттравматические изменения в суставах ведут к снижению функции конечностей и инвалидизации (Коссинская И.С., 1969; Шапиро Г.Л., 1991; Краснов А.Ф. с соавт., 1992; Мого-ока Т., 2002; Овчинников Е.Н. с соавт., 2004, В.Ш. Вагапова, 2012). В структуре детского травматизма повреждения коленного сустава занимают одно из первых мест (Халезова М.С., 2003; Кавалерский Г.М., 2006; Брюханов А.В., 2007; Гумеров Р.А., 2014), среди которых наиболее часто встречаются травмы и заболевания вспомогательных элементов сустава (менисков, внутрисуставных связок, синовиальных сумок). Травматические изменения сгибающего механизма коленного сустава завершаются ранними дистрофическими поражениями коленного сустава.

В различные возрастные периоды коленный сустав человека имеет особенности строения, которые необходимо принимать во внимание в практической травматологии и ортопедии (Ахметдинов А.С., 1979; Вагапова В.Ш., 1988-

2015; Стрижков А.Е., 1992-2015; Ахметдинова Э.Х., 1994-2010; Дильмухаметова Л.М., 2000-2012; Борзилова О.Х., 2003, 2014; Валиуллин Д.Р., 2003-2012).

По данным литературы, в последнее время, среди детского населения часто встречаются дегенеративно-дистрофические поражения суставов, пик которых, по мнению Н.П. Шабалова (2009), В.Ш. Вагаповой (2014), приходится на 2-4 года. Дегенеративные изменения в суставах, характерные для пожилых и старых людей, и появляющиеся в процессе физиологического старения могут развиваться и у молодых лиц, в частности, у спортсменов в случае перегрузки суставов, когда происходит преждевременное изнашивание костно-суставного аппарата (Кураченков А.И., 1958; Миронова, З.С., 1976; Gardner D.L., 1994, Вагапова В.Ш., 2014).

Надколенник, как кость, формирующая коленный сустав, и, одновременно, как сесамовидная кость, находящаяся в толще сухожилия четырехглавой мышцы бедра, способствует изменению угла мышечной тяги и передаче ее на голень. Поэтому большой интерес в функциональном отношении сустава и конечности в целом, представляет знание форм и размеров надколенника, его фиксирующего аппарата и окружающих структур в возрастном аспекте.

Целью нашего исследования определили выявление особенностей строения элементов сустава и факторов, обуславливающих возрастные изменения сгибательной системы коленного сустава в возрастном аспекте.

Материал и методы исследования. Забор материала (влажные препараты в количестве 89) производился из БСМЭ. Использовали морфометрические, макро- и микроскопические и гистологические методы исследования.

Результаты. По полученным данным, во фронтальной плоскости мы выделили четыре формы надколенника: треугольную, округло-овальную, неправильного четырехугольника, пятиугольную. Наиболее часто, в 64,6% случаев, встречается надколенник треугольной формы с округлыми углами, в 23,4% случаев - округло-овальной, в 6,9% случаев формы неправильного четырехугольника с закругленными углами и в 5,1% случаев – пятиугольной формы. В сагиттальной проекции описали четыре его формы: в 41,4% случаев - неправильного четырехугольника, в 25,3% случаев - двояковыпуклой линзы, в 19,6% случаев – треугольной формы, в 13,7% случаев - округло-овальной. В горизонтальной проекции мы выделяем три формы надколенника: в 46,2% случаев - формы вытянутой «груши», в 34,1% случаев - треугольной формы и в 19,7% случаев - формы шестиугольника с округлыми углами. Возрастные изменения параметров надколенника отражают, по-видимому, преобразования с возрастом опорно-двигательного аппарата в целом, его объемных и весовых элементов, что отражается с возрастом на биомеханике коленного сустава.

Надколенник, имея контакт в разогнутом положении с надколенниковой поверхностью бедренной кости, а при сгибании - с его мышечками, приводит к морфологическим изменениям сгибательной системы коленного сустава. Соприкасающаяся с названными костями суставная поверхность надколенника испытывает при статической и динамической нагрузках механическое воздействие в виде сдавления и трения. Кроме того, к задней поверхности верхушки надколенника прилежит поднадколенниковое жировое тело, изученное Д.Р. Валиуллиным (2003, 2008, 2010, 2012), которое имеет эффект помпы и амортизатора для надколенника и его окружающих структур. Все это имеет немаловажное значение для формирования структур задней поверхности надколенника, на которой, по ряду авторов (Маркушев В.М., 1955; Синельников Р.Д., 1996; Сапин М.Р., 2001, Вагапова В.Ш., 2008, 2010, 2012), различаются две суставные фасетки – медиальная и латеральная, разделяющиеся продольным срединным выступом. По нашим исследованиям, кроме последнего имеется еще в 70% случаев медиальный выступ. Они делят суставную поверхность надколенника на латеральную, медиальную и краевую фасетки. Срединный выступ в 25% случаев на уровне нижней трети делится на две ветви, которые ограничивают дополнительную нижнюю фасетку треугольной формы. Нами также обнаружены горизонтальные выступы, которые делят латеральную и медиальную суставные фасетки на соответствующие верхние и нижние. По нашим данным, медиальная и латеральная суставные фасетки обнаруживаются уже у плодов, а описанные нами дополнительные формируются в постнатальном онтогенезе в связи с активацией движений в КС.

По нашим данным, в сопоставлении с данными литературы, к внесуставной задней поверхности надколенника, соответствующей его верхушке, прикрепляется поднадколенниковое жировое тело, от боковых частей которого начинаются медиальный и латеральный околонадколенниковые отростки, при этом, медиальный отросток над основанием надколенника расширяется, и поэтому, по мнению Д.Р. Валиуллина (2012), можно говорить о наличии наднадколенникового ЖТ, причем неравномерная выраженность околонадколенниковых отростков связана с неодинаковой нагрузкой на различные участки КС. Именно этим можно объяснить выявленную нами более частую деструкцию медиальных фасеток, увеличивающуюся с возрастом.

Параметры верхушки надколенника зависят от ее формы, что имеет значение при фиксации и передаче силы тяги четырехглавой мышцы бедра в сторону бугристости большеберцовой кости. Следовательно, форма надколенника определяет, в какой-то степени, биомеханику этой мышцы и, по нашему мнению, зависит от разницы силы приложения тяги латеральной и медиальной широких мышц бедра.

Обсуждение. Результаты нашего исследования указывают на наличие связи между околонадколенниковыми жировыми отростками, поднадколенниковым и наднадколенниковым жировыми телами и надколенником посредством соединительнотканых волокон. Исследования О.В. Самоходовой (2000), Э.Х. Ахметдиновой (2015) свидетельствуют о наличии связок, идущих от передних рогов и от наружного края менисков коленного сустава к жировому телу. Исходя из вышеизложенного, надколенник имеет тесные структурно-функциональные связи и с внутрисуставными его элементами: с жировым телом, менисками и с их фиксирующим аппаратом. По данным О.Х. Борзиловой (2003, 2014) морфологические возрастные изменения суставного хряща надколенника выражаются истончением вглубь до субхондральной кости и разволокнением коллагеновых волокон суставной поверхности вплоть до «ворсистости», в основном, на периферических частях. Во втором периоде зрелого возраста, в пожилом и старческом возрастах определяется незначительное увеличение содержания гликозаминогликанов, что связано с кратковременной гиперфункцией хондроцитов в ответ на его разрушение. По данным Рыбалко Д.Ю. (2007, 2015), мениски коленного сустава человека имеют различные варианты форм, которые на протяжении зрелого, пожилого и старческого возрастов не изменяются. Формы менисков не отличаются по полу и возрасту и упруго-прочностные

характеристики менисков определяются фибро-архитектоникой всех их слоев. Отмечается, что на протяжении зрелого возраста мениски у женщин прочнее, чем у мужчин, в пожилом и старческом возрастах происходит снижение прочности менисков. Таким образом, выработка и расход синовиальной жидкости меняется в зависимости от физической нагрузки, от состояния суставного хряща, менисков и синовиальных сумок. Имеются данные (Нурбулатова Л.Г., 2012), что различные взаимоотношения синовиальных сумок с полостью сустава имеют сообщения, особенно, во всех случаях с полостью коленного сустава сообщается наднадколенниковая сумка и сумка подколенной мышцы, в 50% случаев - сумка полуперепончатой мышцы, в 43% случаев - сумка медиальной головки икроножной мышцы, в 28% случаев - сумка гусиной лапки. Преднадколенниковые и глубокая поднадколенниковая синовиальные сумки с полостью сустава не сообщаются. Вышеизложенные взаимосвязи играют роль в биомеханике, а также при диагностике и лечении коленного сустава.

Закключение. Исходя из вышеизложенного, в сопоставлении с данными литературы, надколенник и его фиксирующий аппарат, формируют единую сгибающую систему коленного сустава, взаимосвязаны структурно и функционально, при этом, каждый элемент в этой системе имеет определенное функциональное значение для коленного сустава и нижней конечности в целом. Результаты комплексного исследования имеют теоретическое значение для суждений о биомеханике коленного сустава и мышц, действующих на него, увеличивают имеющиеся сведения о защитных механизмах коленного сустава. Знания топографии, форм и размеров надколенника, окружающих структур и фиксирующего аппарата, взаимоотношений с полостью коленного сустава, могут быть полезными в клинической артрологии, геронтологии и практической медицине.

Литература

1. Ахметдинова, Э.Х. Биомеханические свойства мест фиксации связок коленного сустава у плодов и новорожденных детей / Э. Х. Ахметдинова, В. Ш. Вагапова, О. Х. Борзилова // Мед. вестн. Башкортостана. - 2014. - N 4. - С. 40-43.
2. Ахметдинова, Э.Х. Биомеханические свойства мест фиксации связок коленного сустава у плодов и новорожденных детей / Э. Х. Ахметдинова, В. Ш. Вагапова // Мед. вестн. Башкортостана. - 2015. - N 1. том.10. - С. 65-68.
3. Вагапова, В.Ш. Исследование морфологии суставов в онтогенезе / В.Ш. Вагапова // Актуал. проблемы биологии и медицины: матер, междунар. конф. Астрахань, 2000. - С.33.
4. Вагапова, В.Ш. Функциональная морфология коленного сустава / В.Ш. Вагапова // Медицинский вестник Башкортостана. - 2007. - Т. 2, №5. - С. 69-74.
5. Валиуллин, Д.Р. Формирование жирового тела коленного сустава у плода /Д.Р. Валиуллин, В.Ш. Вагапова // Тезисы 5-го Общероссийского съезда анатомов, гистологов и эмбриологов. - М., 2004. - С. 18.
6. Галлямов, М.М. Фиброархитектоника, биомеханические свойства и микроваскуляризация крестообразных и коллатеральных связок коленного сустава: автореф. дисс. канд. мед. наук. - Ярославль, 1989. - 23 с.
7. Гиршин, С.Г. Коленный сустав (повреждения и болевые синдромы) / С.Г. Гиршин, Г.Д. Лазишвили. - М.: НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН, 2007. - 352с. <http://elibrary.ru/item.asp?id=19538769> (дата обращения: 02.07.2015г.)
8. Иоффе, М.Л. Кинематика плоского движения коленного сустава человека (Сколько степеней свободы имеет коленный сустав?) / М.Л. Иоффе // Российский журнал биомеханики. - 2008. - Т. 12, № 1 (39). - С. 59-67. <http://elibrary.ru/item.asp?id=11739427> (дата обращения: 02.07.2015г.)
9. Костина, Ю.В. Развитие синовиальных сумок коленного сустава в пренатальном и на этапах постнатального онтогенеза человека : автореферат дис. на соиск. учен. степ. кандидата медицинских наук (14.03.01) / Юлия Валлинуровна Костина/ Башкир. гос. мед. ун-т. - Уфа, 2011 - 22 с.
10. Минигазимов, Р.С. Структурные основы «синовиальной помпы» суставов / Р.С. Минигазимов, В.Ш. Вагапова, А.Г. Габбасов // Тез. V общероссийского съезда анатомов, гистологов и эмбриологов. - М., 2004. - С. 66.
11. Миронов, С.П. Повреждения связок коленного сустава / С.П. Миронов, А.К. Орлецкий, М.Б. Цыкунов. - М.: Лесар, 1999. - 208 с.
12. Нурбулатова, Л.Г. Строение стенок синовиальных сумок коленного сустава / Л.Г. Нурбулатова, В.Ш. Вагапова // Медицинский вестник Башкортостана. - 2010. - Т. 5, № 3. - С. 104-107.
13. Рыбалко, Д.Ю. Строение менисков коленного сустава человека и их фиксирующего аппарата в зрелом, пожилом и старческом возрастах: диссертация на соиск. учен. степ. кандидата медицинских наук (14.00.02) / Дмитрий Юрьевич Рыбалко / ГОУВПО "Башкирский государственный медицинский университет". - Уфа, 2007. - 203 с.: ил.
14. Самоходова, О.В. Строение менисков коленного сустава у плодов человека / О.В. Самоходова, В.Ш. Вагапова // Морфология. - 2000. - Т.117. - №3. -С.106.
15. Стрижков, А.Е. Аналитическое описание формы суставных поверхностей крупных суставов человека в пре- и неонатальном онтогенезе / Стрижков А.Е. // Морфологические ведомости.- № 1-2, приложение №1. - 2006. - С.275-278.
16. Стрижков, А.Е. Основные стадии органогенеза связочного аппарата крупных суставов нижней конечности / А.Е. Стрижков, В.Ш. Вагапова, А.А. Сальманов // Морфология. - 2004. - № 4. - С. 118.
17. Ahmed, A.M. Correlation of patellar tracking pattern with trochlear and retropatellar surface topographies / A.M. Ahmed, N.A. Duncan // Journal of biomechanical engineering. - 2000. - 122 (6). - pp. 60-652.
18. Hopf, T. Cruciate ligament injuries with knee joint effusion - why can Lachman sign not be elicited? / T. Hopf, M. Gleitz, S. Rupp // Orthopedia. - 1996. - Bd. 134. - S. 418 - 420.
19. Inter- and intratester comparison of the Rolimeter knee tester: effect of tester's experience and the examination technique / T. Muellner [et al.] // Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy: official journal of the ESSKA. - 2001. - Vol.9. - P. 302 - 306.
20. Sheehan, F.T. Human patellar tendon strain. A noninvasive, in vivo study / F.T. Sheehan, J.E. Drace // Clinical orthopaedics and related research. 2000. -Vol. 370.-P. 7-201.

21. Smith, H.E. Spatial variation in cartilage „T2 of the knee. / H.E. Smith, T.J. Mosher, B.J. Dardzinski et al. // Journal of magnetic resonance imaging: JMRI. 2001. - 14 (1). - pp. 50-55.
22. Walker, P.S. Biomechanics of the patella in total knee replacement. / P.S. Walker // Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy: official journal of the ESSKA. 2001. (1) - pp. 3-7.

References

1. Ahmetdinova Je.H., Vagapova V.Sh., Borzilova O.H. Biomechanicheskie svoystva mest fiksatsii svyazok kolennogo sustava u plodov i novorozhdennykh detej [Biomechanical properties of fixing places of ligaments of knee joint at fetus and newborn children] Medicinskij vestnik Bashkortostana. 2014. N 4. [Medical bulletin of Bashkortostan] P. 40-43.
2. Vagapova V.Sh. Issledovanie morfologii sustavov v ontogeneze [Research of morphology of joints in ontogenesis] Aktual. problemy biologii i mediciny: mater, mezhdunar. konf. [Actual problems of biology and medicine: materials of the international conference] Astrahan', 2000. P.33.
3. Vagapova V.Sh. Funktsional'naja morfologija kolennogo sustava [Functional morphology of a knee joint] Medicinskij vestnik Bashkortostana. [Medical bulletin of Bashkortostan] 2007. T. 2, №5. P. 69-74.
4. Valiullin D.R., Vagapova V.Sh. Formirovanie zhirovogo tela kolennogo sustava u ploda [Adipose body of knee joint forming at fetus] Tezisy 5-go Obshherossijskogo s#ezda anatomov, gistologov i jembriologov. [Theses of the 5th All-Russian congress of anatomists, histologists and embryologists] M., 2004. P. 18.
5. Girshin S.G., Lazishvili G.D. Kolennyj sustav (povrezhdenija i bolevye sindromy) [Knee joint (damages and pain syndromes)] M.: NCSSh im. A.N. Bakuleva RAMN, 2007. 352p. <http://elibrary.ru/item.asp?id=19538769> (data obrashhenija: 02.07.2015g.)
6. Galljamov M.M. Fibroarhitektonika, biomechanicheskie svoystva i mikrovaskularizacija krestoobraznykh i kollateral'nykh svyazok kolennogo sustava: avtoref. diss. kand. med. nauk. Jaroslavl' [Fibroarkhitektonik, biomechanical properties and microvascularization of crucial and collateral ligaments of a knee joint] 1989. 23 p.
7. Ioffe M.L. Kinematika ploskogo dvizhenija kolennogo sustava cheloveka (Skol'ko stepeney svobody imeet kolennyj sustav?) [Kinematics of the flat movement of a knee joint of the person (How many degrees of freedom has a knee joint?)] Rossijskij zhurnal biomehaniki. [Russian magazine of biomechanics] 2008. T. 12, № 1 (39). P. 59-67. <http://elibrary.ru/item.asp?id=11739427> (data obrashhenija: 02.07.2015g.).
8. Kostina Ju.V. Razvitie sinovial'nykh sumok kolennogo sustava v prenatal'nom i na jetapah postnatal'nogo ontogeneza cheloveka [Development of the synovial bags of a knee joint in prenatal and at stages of post-natal ontogenesis of the person]: avtoreferat dis. na soisk. uchen. step. kandidata medicinskih nauk (14.03.01) Julija Vallinurovna Kostina Bashkir. gos. med. un-t. Ufa, 2011. 22 p.
9. Minigazimov P.C., Vagapova V.Sh., Gabbasov A.G. Strukturnye osnovy «sinovial'noj pompy» sustavov [Structural bases of "a synovial pump" of joints] P.C. Minigazimov, Tezisy V obshherossijskogo s#ezda anatomov, gistologov i jembriologov. [Theses of the 5th All-Russian congress of anatomists, histologists and embryologists] M., 2004. P. 66.
10. Mironov S.P., Orleckij A.K., Cykunov M.B. Povrezhdenija svyazok kolennogo sustava [Injuries of ligaments of knee joint] M.: Lesar, 1999. 208 p.
11. Nurbulatova L.G., Vagapova V.Sh. Stroenie stenok sinovial'nykh sumok kolennogo sustava [Structure of synovial bags' walls of a knee joint] Medicinskij vestnik Bashkortostana. 2010. T. 5, № 3. [Medical bulletin of Bashkortostan] P. 104-107.
12. Rybalko D.Ju. Stroenie meniskov kolennogo sustava cheloveka i ih fiksirujushhego apparata v zrelom, pozhilom i starcheskom vozrastah: dissertacija na soisk. uchen. step. kandidata medicinskih nauk (14.00.02) [Structure of menisci of a knee joint of the person and their fixing device at mature, elderly and senile age] Dmitrij Jur'evich Rybalko / GOUVPO "Bashkirskij gosudarstvennyj medicinskij universitet". Ufa, 2007. 203 p.: il.
13. Samohodova O.B., Vagapova V.Sh. Stroenie meniskov kolennogo sustava u plodov cheloveka [Structure of menisci of a knee joint at fetus of the person] Morfologija. 2000. T.117. №3. P.106.
14. Strizhkov A.E. Analiticheskoe opisanie formy sustavnykh poverhnostej krupnykh sustavov cheloveka v pre- i neonatal'nom ontogeneze [The analytical description of a form of articulate surfaces of large joints of the person in pre- and neonatal ontogenesis] Morfologicheskie vedomosti. № 1-2, prilozhenie №1 2006. [Morphology sheets] P.275-278.
15. Strizhkov A.E., Vagapova V.Sh., Sal'manov A.A. Osnovnye stadii organogeneza svyazoch'nogo apparata krupnykh sustavov nizhnej konechnosti [Main stages of an organogenesis of the copular device of large joints of the lower extremity] Morfologija. 2004. № 4. [Morphology] P. 118.
16. Ahmed A.M., Duncan N.A. Correlation of patellar tracking pattern with trochlear and retropatellar surface topographie. Journal of biomechanical engineering. 2000. 122 (6). pp. 60-652.
17. Hopf T. M., Gleitz S., Rupp Z. Cruciate ligament injuries with knee joint effusion – why can Lachman sign not be elicited? Orthopedia. 1996. Bd. 134. P. 418 – 420.
18. Inter- and intratester comparison of the Rolimeter knee tester: effect of tester's experience and the examination technique T. Muellner [et al.] Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy: official journal of the ESSKA. 2001. Vol.9. P. 302 – 306.
19. Sheehan F.T., Drace J.E. Human patellar tendon strain. A noninvasive, in vivo study. Clinical orthopaedics and related research. 2000. Vol. 370. P. 7-201.
20. Smith H.E., Mosher T.J., Dardzinski B.J. Spatial variation in cartilage „T2 of the knee. H.E. Smith,. Journal of magnetic resonance imaging: JMRI. 2001. 14 (1). pp. 50-55.
21. Walker P.S. Biomechanics of the patella in total knee replacement. Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy: official journal of the ESSKA. 2001. (1) pp. 3-7.

DOI: 10.18454/IRJ.2016.47.178

Даурова Ф.Ю.¹, Макеева М.К.², Кодзаева З.С.³, Тараки Ф.⁴, Томаева Д.И.⁵¹ORCID: 0000-0003-0085-1051, доктор медицинских наук, профессор, заведующая кафедрой терапевтической стоматологии Российского университета дружбы народов;²ORCID: 0000-0002-4230-629X, кандидат медицинских наук, старший преподаватель кафедры терапевтической стоматологии Российского университета дружбы народов;³ORCID: 0000-0002-4422-6170, ассистент кафедры терапевтической стоматологии Российского университета дружбы народов;⁴ORCID: 0000-0002-5585-421X, аспирант, Российский университет дружбы народов⁵ORCID: 0000-0001-8771-2438, аспирант, Российский университет дружбы народов**ПОВЫШЕНИЕ УРОВНЯ ГИГИЕНЫ ВЗРОСЛЫХ ПАЦИЕНТОВ С ПОМОЩЬЮ ПРОВЕДЕНИЯ ГИГИЕНИЧЕСКОГО ИНСТРУКТАЖА****Аннотация****Цель:** оценить эффективность проведения индивидуального инструктажа по гигиене полости рта у взрослых.**Материалы и методы:** 14 пациентов (8 мужчин и 6 женщин) в возрасте 22-46 лет были разделены на две группы. В группе 1 пациенты получили устные объяснения относительно правильной чистки зубов, а в группе 2 был проведен инструктаж по гигиене полости рта с применением демонстрационной модели челюстей и зубной щетки. Индекс мягкого зубного налета Силенс-Лоэ (SLI) и индекс Мюллмана (MI) оценивали до исследования и спустя 3 недели. Всем пациентам проводилась профессиональная гигиена полости рта в первое посещение после индексной оценки.**Результаты:** в начале исследования уровень гигиены пациентов в обеих группах отмечался от среднего до плохого (среднее значение индексов в группе 1 $SLI=1,3\pm0,7$, $MI=1,5\pm0,7$, в группе 2 $SLI=1,4\pm0,7$, $MI=1,5\pm0,8$). Через 3 недели в группе 1 произошло статистически достоверное снижение индексов ($SLI=0,5\pm0,7$, $MI=0,5\pm0,8$; $p<0,05$), в группе 2 произошло небольшое снижение индексов, статистической достоверности получено не было ($SLI=1,2\pm0,8$, $MI=1,0\pm0,8$; $p>0,05$).**Вывод:** Проведение индивидуального инструктажа с применением демонстрационных моделей эффективно для улучшения гигиены полости рта у взрослых.**Ключевые слова:** гигиенический инструктаж, индивидуальная гигиена полости рта.Daurova F.Yu.¹, Makeeva M.K.², Kodzaeva Z.S.³, Tomaeva D.I.⁴, Taraki F.⁵¹ORCID: 0000-0003-0085-1051, MD, Professor,

Head of Department of Operative Dentistry, Russian University of People Friendship

²ORCID: 0000-0002-4230-629X, PhD, Senior Teacher,

Department of Operative Dentistry, Russian University of People Friendship

³ORCID: 0000-0002-4422-6170, Assistant, Department of Operative Dentistry, Russian University of People Friendship⁴ORCID: 0000-0002-5585-421X, Postgraduate student, Russian University of People Friendship⁵ORCID: 0000-0001-8771-2438, Postgraduate student, Russian University of People Friendship**INCREASING OF ORAL HYGIENE LEVEL IN ADULTS BY THE ORAL HYGIENE INSTRUCTIONS****Abstract****Aim:** The objective was to assess effectiveness of oral hygiene instruction for adults.**Materials and methods:** A total of 14 male and female patients aged 22–46 years were assigned into two groups: group 1 was given oral individual instruction; group 2 was given group oral hygiene instruction with demonstration of tooth brushing technique on jaw models. On the baseline two parameters were evaluated: (1) the Silness-Loe index (SLI), (2) Muhlemann periodontal bleeding index (MI). All participants had professional tooth cleaning at the end of the baseline examination. The final evaluation was conducted 3 weeks later.**Results:** All patients showed a poor oral health status at the beginning of the study (mean scores in Group 1 $SLI=1.3\pm0.7$, $MI=1.5\pm0.7$; in Group 2 $SLI=1.4\pm0.7$, $MI=1.5\pm0.8$). After three weeks in Group 1 indices decreased statistically significant ($SLI=0.5\pm0.7$, $MI=0.5\pm0.8$; $p<0.05$), in Group 2 indices decreased a little bit without statistical significance ($SLI=1.2\pm0.8$, $MI=1.0\pm0.8$; $p>0.05$).**Conclusion:** This study demonstrated that oral hygiene instruction with demonstration of tooth brushing technique on jaw models have beneficial effects for improving oral hygiene status in adults.**Keywords:** oral hygiene instructions, individual oral hygiene.

Данные различных исследований показывают, что многие пациенты не умеют правильно чистить зубы [1]. Мы часто сталкиваемся с ситуациями, когда в сознании пациентов вопрос гигиены полости рта ставится на последнее место. Как правило, такие пациенты полагают, что здоровье зубов зависит от экологии, наследственности, питания, витаминов, стрессов и других значимых, но все же второстепенных факторов [2,8]. А между тем доказано, что главная роль в патогенезе кариеса зубов и болезней пародонта отводится микроорганизмам [3,4,7]. Колонизация бактерий на поверхности твердых тканей зуба является ведущим фактором, вызывающим кариес зубов и болезней пародонта. Интенсивность кариеса и воспалительных заболеваний пародонта находится в прямой зависимости от количества и распределения налёта на зубах [4,9]. Существует динамичное равновесие между резидентной микрофлорой и организмом хозяина в здоровом состоянии, а заболевание - есть следствие нарушения этой хрупкой взаимосвязи. Патологический процесс связан с высоким содержанием тех видов, которые в норме составляют лишь малую часть микробной флоры полости рта. Необходимо поддерживать зубной налет на уровне, совместимом со здоровьем для поддержания гомеостаза микроорганизмов, нарушение которого ведет к повышению риска развития заболеваний [8,9]. Отсутствие надлежащей гигиены ведет к увеличению толщины налета, что, при значительных

изменениях в полости рта, может повлиять на конкурентноспособность различных видов бактерий, входящих в состав биоплёнки. Быстрое размножение и рост микроорганизмов, наиболее приспособленных к выживанию в изменившихся условиях, таким образом, приводит к нарушению гомеостаза [10].

Зубной налет в основном накапливается в труднодоступных для качественного очищения местах, а именно они в наибольшей степени подвержены заболеваниям. В первую очередь речь идет о фиссурах, контактных поверхностях и пришеечной области [3,5].

Профилактика образования зубного налета может быть эффективной при условии тщательного выполнения гигиенических мероприятий, о чем необходимо информировать пациентов.

К сожалению, в режиме постоянной нехватки времени просветительским беседам и мотивации на стоматологическом приеме не уделяют достаточно внимания, поэтому инструктаж гигиены проводится недостаточно часто. А между тем он необходим по следующим причинам:

1. Как известно, умение правильно чистить зубы не является врожденной способностью человека, а требует обучения и тренировки. Наиболее эффективно прививать полезные навыки в детском возрасте, особенно это касается привычки чистить зубы, ведь, как известно, первый постоянный зуб прорезается в полость рта в возрасте 6 лет [5], а сохранять постоянные зубы предстоит на протяжении всей жизни.

2. Состояние полости рта может измениться (появляются ортопедические конструкции различной сложности, в том числе на имплантатах), и тогда привычная методика чистки уже не будет обеспечивать адекватной гигиены, это требует изменения подхода к чистке зубов.

3. С возрастом возможно появление какого-либо заболевания, которое может иметь влияние на состояние полости рта (сахарный диабет, повышающий риск развития пародонтита или усугубляющий уже имеющийся; прием антидепрессантов, вызывающих ксеростомию как побочный эффект); и требовать повышенного внимания к вопросу гигиены.

Многим пациентам приходится учиться чистить зубы уже во взрослом возрасте либо потому, что многие годы до этого они чистили зубы неправильно, либо потому что состояния здоровья и/или полости рта поменялось. Всем пациентам необходимо проводить гигиенический инструктаж.

В нашей работе приняли участие 14 пациентов (8 мужчин и 6 женщин) в возрасте 22-46 лет, их подразделили на 2 группы. В исследование включали пациентов, которые были записаны на утренние часы, условием участия была утренняя чистка зубов после завтрака и отсутствие перекусов по дороге в клинику на прием. В группе 1 пациентам провели устный инструктаж о том, как правильно чистить зубы, а в группе 2 был проведен инструктаж с применением демонстрационных моделей челюстей и зубной щетки. Наиболее объективным и широко освященным в литературе способом определения гигиенического состояния полости рта является индексная оценка [6]. Индекс мягкого зубного налета Силнесс-Лоэ (Silness & Loe, 1962) (SLI) и индекс Мюллемана (Muhlemann, 1971) (MI) в модификации Коуэлл (L.Cowell, 1975) оценивали до исследования и спустя 3 недели. Всем пациентам проводилась профессиональная гигиена полости рта в первое посещение после индексной оценки.

Инструктаж с применением моделей проводился следующим образом: демонстрация чистки зубов на модели, окрашивание поверхностей зубов красителем налета и демонстрация результатов окраски пациенту через зеркало, самостоятельная чистка зубов согласно полученным инструкциям и повторное окрашивание поверхностей зубов с демонстрацией результатов пациенту.

Самостоятельная чистка зубов проводилась только зубной щеткой и пастой, без применения средств для очищения межзубных промежутков.

Клинический пример

На фото представлен пациент Р., 25 лет из группы 2. Пациент Р. согласился принять участие в нашем исследовании, поэтому, по условиям исследования явился на прием в утренние часы, почистил зубы после завтрака и не принимал никакой пищи по дороге в клинику. Ему провели инструктаж индивидуальной гигиены полости рта с применением демонстрационной модели и зубной щетки, затем провели окрашивание зубного налета красителем (Рис.1), после чего пациент осмотрел окрашенные области в зеркало.



а



б



б



в

Рис. 1 (а-в) - Пациент Р. (25 лет, группа 2) сразу после окрашивания. На вестибулярных и оральных поверхностях зубов верхней и нижней челюсти визуализируется окрашенный мягких зубной налет.

Далее пациент почистил зубы с учетом правил, которые выслушал в ходе инструктажа. Первым результаты чистки (Рис.2) осматривал врач-стоматолог, после чего с помощью зеркала обратил внимание пациента на те области, в которых окрашенный зубной налет остался неочищенным.



а



б



в

Рис. 2 (а-в) - Пациент Р. После гигиенического инструктажа с применением моделей и самостоятельной чистки зубов. Окрашенный налет остался в области зубов 4.1, 4.2, 4.3, 4.4.

Небольшое количество зубного налета визуализировалось с язычной стороны, а также в области межзубных промежутков передних зубов нижней челюсти. Это было связано с их скученным положением и невозможностью качественного очищения без применения дополнительных средств (флоссов, ершиков и т.д.), что объяснили пациенту. Кроме того, было обнаружено небольшое количество налета с язычной стороны моляров и премоляров верхней и нижней челюсти справа в пришеечной области.



а



б

Рис. 3 (а,б) - Пациент Р., небольшое количество окрашенного налета визуализируется в области зубов 1.4, 1.5, 1.6, 4.4, 4.5, 4.6.

Результаты

В начале исследования уровень гигиены пациентов в обеих группах отмечался от среднего до плохого (таб. 1). Через 3 недели в группе 1 произошло статистически достоверное снижение индексов, в группе 2 произошло небольшое снижение индексов, статистической достоверности получено не было.

Таблица 1 – Динамика изменения индексов Силнесс–Лое и Мюллемана

Срок, индекс Группа	До начала исследования		Через 3 недели	
	SLI ¹	МП ²	SLI	МП
Группа 1	$1,3 \pm 0,7^*$	$1,5 \pm 0,7^{**}$	$0,5 \pm 0,7^*$	$0,5 \pm 0,8^{**}$
Группа 2	$1,4 \pm 0,7$	$1,5 \pm 0,8$	$1,2 \pm 0,8$	$1,0 \pm 0,8$

¹Индекс Силнесс–Лое

²Индекс Мюллемана

* Достоверные значение между индексами Силнесс–Лое, $p < 0,05$

** Достоверные значение между индексами Мюллемана, $p < 0,05$

При работе с пациентами мы отмечаем, что имеет значение не только техника и продолжительность чистки зубов, но и правша или левша пациент. Пациенты-правши обычно начинают чистку с левой стороны челюсти и чистят эту сторону более тщательно, так как им это удобнее, а правую сторону очищают хуже. У левшей наблюдается обратная ситуация. Следует обратить внимание пациента на этот факт, так как обычно это происходит на подсознательном уровне и человек не замечает разницы.

Обсуждение

Исследованиями эффективностью гигиенического инструктажа занимались многие клиницисты. Так, в работе Ziebolz D. и соавт. (2009), проведенной с участием 104 пациентов, показана одинаковая эффективность индивидуального обучения, а также обучения в группе [10]. Arunakul M. и соавт. (2015) провели исследование с участием 75 пациентов с нарушением зрения и показали, что обучение гигиене полости рта дает значительный эффект (индекс налета и кровоточивости снижаются, уменьшается количество *S.mutans* в слюне), однако наиболее эффективно сочетание инструктажа и применение ополаскивателя с фторидом натрия [11]. Levin L. показали, что при обучении чистке зубов детей эффективным является подход индивидуального обучения гигиене под присмотром инструктора и с участием родителей [12].

Данные нашего исследования подтверждают утверждения вышеуказанных авторов. Проведение инструктажа улучшает уровень гигиены полости рта пациентов, демонстрация хороших результатов в зеркало на стоматологическом приеме является хорошей мотивацией для того, чтобы пациент продолжал придерживаться правильной техники чистки зубов в дальнейшем. Исходя из наших наблюдений при проведении инструктажа следует учитывать правша пациент или левша. По нашим наблюдениям хороший эффект получается, если рекомендовать пациенту начинать чистить зубы с «неудобной» для него стороны (правшам – с правой, левшам – с левой), в таком случае усилия распределяются более равномерно и очищение поверхностей всех зубов происходит более качественно.

Литература

1. Авдеев О.Е., Макеева И.М. Особенности стоматологического статуса у членов организованных коллективов и профессиональных сообществ // Стоматология. – 2016. – Т.9. - №1. – С. 63-66.
2. Макеева И.М., Полякова М.А., Хон Я.А. Оценка стоматологического статуса юношеских спортивных хоккейных команд // Бюллетень медицинских интернет-конференций. – 2014. – Т.4. - №12. – С.1323-1324.
3. Леус П.А. *Профилактическая коммунальная стоматология*. – М.: Медицинская книга, 2008. – 444 с.
4. Кузьмина Э.М. Профилактика стоматологических заболеваний. Учебное пособие. – М.: Поли Медиа Пресс, 2001. – 216 с.
5. Проффит У.Р. Современная ортодонтия; перевод с англ.; под ред. чл.-кор. РАМН, проф. Л.С.Персина. – М.: МЕДпресс-информ, 2006. – 560 с.
6. Бабина К.С., Макеева И.М. Воспроизводимость индексов гигиены полости рта // Фарматека. – 2013. - №S4. – С.11-13.
7. Грудянов А.И. Заболевания пародонта. – М.: Медицинское информационное агентство, 2009. – 336 с.: ил.
8. Dorfer C., von Bethlenfalvy E.R., Kugel B., Pioch T. Cleaning efficacy of a manual toothbrush with tapered filaments // Oral Health Prev Dent. – 2003. – №1. – S.111-118.
9. Zimmer S., Ozturk M., Barthel C.R., Bizhang M., Jordan R.A. Cleaning efficacy and soft tissue trauma after use of manual toothbrushes with different bristle stiffness // J Periodontol. – 2011. – №2. – S.267-271.
10. Ziebolz D., Herz A., Brunner E., Hornecker E., Mausberg R.F. Individual versus group oral hygiene instruction for adults // Oral Health Prev Dent. – 2009. - №7(1). – S.93-99.
11. Arunakul M., Asvanund Y., Tantakul A., Mitrakul K., Srisatjaluk R., Vongsavan K. Effectiveness of an oral hygiene education program combined with fluoride mouth rinse among visually impaired students in Bangkok, Thailand // Southeast Asian J Trop Med Public Health. – 2015. - №46(2). – S.354-359.
12. Levin L., Bilder L., Borisov O. Improving oral hygiene skills among children undergoing treatment at the haemato-oncology department - an interventional program // Int Dent J. – 2015. - №65(4). – S.211-215.

DOI: 10.18454/IRJ.2016.47.014

Иванов Л.Н.¹, Колотилова М.Л.²

¹Профессор, доктор медицинских наук, Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова, г. Чебоксары, ²доктор медицинских наук, Первый московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Минздрава РФ, г. Москва

ИНДИВИДУУМНАЯ КАРТА РЕЗИСТЕНТНОСТИ В ПРАКТИКЕ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ БОЛЬНЫХ ДЕРМАТОЛОГИЧЕСКИМИ ЗАБОЛЕВАНИЯМИ

Аннотация

В настоящее время практическое здравоохранение не располагает способами передачи информации о состоянии здоровья при смене местожительства и места работы.

Целью настоящих исследований явилась разработка "Индивидуумной карты резистентности" для применения в практике здравоохранения дерматологических заболеваний.

Разработанную нами "Индивидуумную карту резистентности" предлагается впервые внедрить в практику здравоохранения, как информационный документ о состоянии реактивности и резистентности (здоровья) организма в плане дерматологических заболеваний. Впервые образец индивидуумной карты опубликован в журнале "Здравоохранение Чувашии" в 2013 г.

"Индивидуумная карта резистентности" позволяет использовать ее для регистрации состояния реактивности и резистентности организма по дерматологическим заболеваниям и мониторировать эти показатели в условиях перемены местожительства и смены места работы индивидуума. Такая карта в электронной (в зашифрованном виде) и бумажной версиях может сопровождать конкретного человека в течении всей жизни и будет использоваться для эффективной организации первичной и вторичной профилактики болезней врачом общей практики и специалистом-дерматологом.

Ключевые слова: индивидуумная карта резистентности, генотипическая (первичная) реактивность, вторичная реактивность, дерматологические заболевания.

Ivanov L.N.¹, Kolotilova M.L.²

¹Professor, MD, Chuvash State University named after I.N. Ul'yanov, ²MD,

First Moscow State Medical University named after I.M. Sechenov of Health Ministry

RESISTANCE INDIVIDUUM CARD IN THE PRACTICE OF HEALTH CARE PATIENTS WITH DERMATOLOGICAL DISEASES

Abstract

Currently, health care is not a practical method of transmitting information on the state of health when changing place of residence and place of work.

The aim of the present study was the development of "Individuumnoy resistance card" for use in the healthcare practice of dermatological diseases.

We have developed "resistance Individuumnoy map" for the first time proposed to introduce in the practice of health care, as an information document on the state of reactivity and resistance (health) of the organism in terms of dermatological diseases. The first sample individuumnoy maps published in "Health Chuvashia" magazine in 2013.

"Individual resistance card" allows you to use it to record the state of reactivity and resistance of the organism for dermatological diseases and to monitor these indicators in a change of residence and change of place of individual work. This e-card (in encrypted form) and paper versions may accompany the individual throughout life and will be used for the efficient organization of primary and secondary prevention of disease by the general practitioner and specialist dermatologist.

Keywords: Individual resistance card, genetic (primary) reactivity, secondary reactivity, dermatological diseases

Введение. Целью настоящих исследований явилась разработка "Индивидуумной карты резистентности" для применения в будущем в практике здравоохранения дерматологических заболеваний.

Первая статья об индивидуумной карте резистентности опубликована 2013 году [2]. Индивидуумная карта резистентности в патологии органов дыхания опубликована в сборнике научных трудов II Международной научно-практической конференции в Казани [3].

Организм и окружающая среда находятся в перманентном взаимодействии.

Известно, что адекватные и неадекватные (патогенные) факторы внешней среды, воздействуя на организм, взаимодействуют с ним. Причем процесс взаимодействия чрезвычайно подвижен и рационален.

Индекс резистентности (ИР) условно можно выразить по формуле:

$$ИР = \frac{ИРО}{ПФ}, \text{ где ИРО – индивидуальная реактивность организма,}$$

$$ПФ – патогенный фактор$$

Если рассматривать ИРО с учетом анатомо-функциональных систем с позиции современной системологии, то динамику и результаты взаимодействия организма с факторами внешней среды условно можно выразить по формуле:

$$ИР = \frac{ИРО(ЦНС+ВНС+ЭС+ССС+ИС+СК+ДС+ПС+ПЖС+МПС+КСС+МС+ОЗ+ОСнВА+КП)}{ПФ \text{ (сумма факторов, действующих на анатомо-функциональные системы)}},$$

где ПФ - сумма факторов, действующих на анатомо-физиологические системы организма), ЦНС – центральная нервная система, ВНС – вегетативная нервная система, ЭС – эндокринная система, ССС – сердечно-сосудистая система, ИС – иммунокомпетентная система, СК – система крови, ДС – дыхательная система, ПС – пищеварительная система, ПЖС – печеночно-желчевыделительная система, МПС – мочеполовая система, КСС – костно-суставная система, МС –

мышечная система, ОЗ–органы зрения, ОС и ВА–органы слуха и вестибулярный аппарат, КП–кожные покровы. Правда, с позиции анатомо-функциональных систем деление на ЦНС и ВНС достаточно условно, ибо высшие центры ВНС находятся в ЦНС.

Материал и методы. Разрабатываемая нами “Индивидуальная карта резистентности” предлагается впервые в будущем внедрить в практику здравоохранения, как информационный документ о состоянии реактивности и резистентности организма в плане дерматологических заболеваний. Впервые образец индивидуальной карты опубликован в журнале “Здравоохранение Чувашии” в 2013 году [2].

Медико-генетический анализ (клинико-генеалогический, цитогенетический методы) в постнатальном периоде развития индивида и последующий молекулярный мониторинг для определения генетической индивидуальной реактивности с учетом органной генетической реактивности и соответственно наличие или отсутствие наследственной предрасположенности к заболеваниям должен быть основным принципом профилактики заболеваний. Эти показатели должны размещаться в формулы индекса резистентности -1 с учетом генетической реактивности и индекса резистентности -2, с учетом приобретенной реактивности, что представляет собой основную структуру индивидуальной карты резистентности. Это позволяет ускоренно, экономически малозатратно обнаруживать (диагностировать) органы - мишени при определенных условиях среды обитания конкретного человека. Такой молекулярный мониторинг в будущем на основе биологических чипов [1] будет основой для разработки индивидуальной программы первичной, вторичной профилактики и диспансеризации. Основная цель индивидуальной карты резистентности, состоящей из индекса резистентности -1 и 2 – это сведение к минимуму предпосылок (факторов) этиологии заболеваний, т.е. повышение «порога возникновения болезни». Это должно привести к существенному повышению эффективности диспансеризации и первичной профилактики болезней. Образец карты (карта 1).

Результаты исследования. По данным ряда авторов [5] и [6] себорейный дерматит (СД) – это хронический воспалительный дерматоз, с обширным поражением кожи с повышенным количеством сальных желез, которым страдает 2-10% взрослого населения. Себорейный дерматит (карта 2) встречается чаще у мужчин в возрасте 20-50 лет, в особенности у лиц при ВИЧ- инфекции, а также у пациентов с ослабленным иммунитетом. Известно достаточно частое сочетание с атопическим дерматитом.

Этиология СД остается до конца не изученной, однако в генезе заболевания важную роль играют такие факторы, как неправильное питание, загрязнение окружающей среды, алкоголизм, наркомания, нарушения в иммунном статусе, в гормональном статусе, злоупотребление лекарственными препаратами, а также неврогенные расстройства. Надо полагать, что эти факторы могут вызывать изменения в секреции кожного сала, барьерных свойств кожи, способствующие увеличению количества сапрофитных бактерий и развитию воспалительных процессов. Все это приводит к нарушениям кожного иммунного ответа, к нарушению секреции кожного сала и кератинизации кожного эпидермиса [5].

Предполагается также, что одной из причин генеза СД является липофильный грибок рода *Malassezia*, поэтому в терапии помимо противовоспалительных, антибактериальных препаратов включают противогрибковые средства [6].

Меланомы – это злокачественная опухоль, растущая из меланобластов в базальном слое эпидермиса, между эпидермисом и дермой. Она составляет 1-10% всех злокачественных опухолей кожи. По данным Международного противоракового союза в разных странах мира заболеваемость составляет 0,1-6,9 на 100 000 населения [1]. Заболеваемость неуклонно растет, за 15 лет в 1,5 – 2 раза (Карта3). По мнению ученых в этиологии существенную роль принадлежит УФ-облучению.

Индивидуальная карта резистентности.

Фамилия _____ Имя _____ Отчество _____
Год рождения _____ Пол _____ Место рождения _____

ИР – 1 =
$$\frac{\text{ПРО(ЦНС+ВНС+ЭС+ССС+ИКС+СК+ДС+ПС+ПЖС+МПС+КСС+МС+ОЗ+ ОСиВА+КП)}}{\text{ПФ (сумма факторов, действующих на анатомо–функциональные системы)}}$$

ИР-1 = [] ! – первичная профилактика.

ИР – 1 =
$$\frac{\text{ПРО(ЦНС+ВНС+ЭС+ССС+ИКС+СК+ДС+ПС+ПЖС+МПС+КСС+МС+ОЗ+ ОСиВА+КП)}}{\text{ПФ (сумма факторов, действующих на анатомо–функциональные системы)}}$$

ИР-1 []!! - уже имеется генетическая (наследственная) нозологическая форма болезни организма, что требует организации вторичной профилактики.

ИР – 2 =
$$\frac{\text{ПРО(ЦНС+ВНС+ЭС+ССС+ИКС+СК+ДС+ПС+ПЖС+МПС+КСС+МС+ОЗ+ ОСиВА+КП)}}{\text{ПФ (сумма факторов, действующих на анатомо–функциональные системы)}}$$

ИР – 2 = []! – патогенная (нарушенная) приобретенная индивидуальная реактивность.

ИР – 2 =
$$\frac{\text{ПРО(ЦНС+ВНС+ЭС+ССС+ИКС+СК+ДС+ПС+ПЖС+МПС+КСС+МС+ОЗ+ ОСиВА+КП)}}{\text{ПФ (сумма факторов, действующих на анатомо–функциональные системы)}}$$

ИР - 2 =[]!! – имеется приобретенная нозологическая форма болезни, что требует организации вторичной профилактики.

Данная индивидуальная карта резистентности должна иметь электронную (в зашифрованном виде) и бумажную версии, что будет сопровождать каждого индивида всю жизнь, независимо от места жительства.

Карта 1. Образец индивидуальной карты резистентности

Индивидуальная карта резистентности.

Фамилия _____ Имя _____ Отчество _____
 Год рождения _____ Пол _____ Место рождения _____

$$ИР - 1 = \frac{ИРО(ЦНС+ВНС+ЭС+ССС+ИКС+СК+ДС+ПС+ПЖС+МПС+КСС+ОЗ+ОС_{иВА}+КП)}{ПФ \text{ (сумма факторов, действующих на анатомо-функциональные системы)}}$$

ИР-1 = [] ! – первичная профилактика.

$$ИР - 1 = \frac{ИРО(ЦНС+ВНС+ЭС+ССС+ИКС+СК+ДС+ПС+ПЖС+МПС+КСС+ОЗ+ОС_{иВА}+КП)}{ПФ \text{ (сумма факторов, действующих на анатомо-функциональные системы)}}$$

ИР-1 [] - уже имеется генетическая (наследственная) нозологическая форма болезни организма, что требует организации вторичной профилактики.

$$ИР - 2 = \frac{ИРО(ЦНС+ВНС+ЭС+ССС+ИКС+СК+ДС+ПС+ПЖС+МПС+КСС+ОЗ+ОС_{иВА}+КП)}{ПФ \text{ (сумма факторов, действующих на анатомо-функциональные системы)}}$$

ИР - 2 = [] ! – патогенная (нарушенная) приобретенная индивидуальная реактивность.

$$ИР - 2 = \frac{ИРО(ЦНС+ВНС+ЭС+ССС+ИКС+СК+ДС+ПС+ПЖС+МПС+КСС+ОЗ+ОС_{иВА}+[КП]!!)}{ПФ \text{ (сумма факторов, действующих на анатомо-функциональные системы)}}$$

ИР - 2 [КП]!! – имеется приобретенная нозологическая форма болезни в виде себорейного дерматита, что требует вторичной профилактики как соблюдение гигиены кожи, спокойного образа жизни и т.д.

Данная индивидуальная карта резистентности должна иметь электронную и бумажную версии, что будет сопровождать каждого индивида всю жизнь, независимо от места жительства.

Карта 2. Индивидуальная карта резистентности.

В меланоме человека отмечено большое количество генных и молекулярных аномалий. В частности, ген СММ1(melanoma-susceptibility gene), локализованный в хромосоме 1p36 реализует аутосомно-доминантный тип наследования меланомы и диспластичного невуса. Также имеют значения мутации, как ген-регулятор клеточного цикла p16INK4a, ген циклин-зависимой киназы CDK4 (12q14). Ген CDKM2A (9p21) вероятно ответственен за раннюю стадию опухоли. Инвазивный рост и метастазирование опухоли зависят от нарушений адгезивных молекул: кадгеринов и интегрин $\alpha(v)\beta(3)$. Классическими клиническими признаками меланомы являются: асимметрия, неровный контур, пигментация, диаметр более 6 мм. При этом, пигментация существенно варьирует в различных оттенках черного, коричневого, красного и серого цветов. В патогенезе выделяют стадии прогрессии меланомы: диспластический невус – меланома in situ – меланома с радиальным характером роста – меланома в вертикальную фазу роста – метастазирующая меланома.

Считается, если раньше это заболевание рассматривалось как смертельное, то своевременная диагностика и хирургическое лечение обеспечивают благоприятный прогноз [1].

Индивидуальная карта резистентности.

Фамилия _____ Имя _____ Отчество _____
 Год рождения _____ Пол _____ Место рождения _____

$$ИР - 1 = \frac{ИРО(ЦНС+ВНС+ЭС+ССС+ИКС+СК+ДС+ПС+ПЖС+МПС+КСС+ОЗ+ОС_{иВА}+КП)}{ПФ \text{ (сумма факторов, действующих на анатомо-функциональные системы)}}$$

ИР-1 = [] ! – первичная профилактика.

$$ИР - 1 = \frac{ИРО(ЦНС+ВНС+ЭС+ССС+ИКС+СК+ДС+ПС+ПЖС+МПС+КСС+ОЗ+ОС_{иВА}+[КП]!!)}{ПФ \text{ (сумма факторов, действующих на анатомо-функциональные системы)}}$$

ИР-1 [КП]!! - уже имеется генетическая (наследственная) нозологическая форма болезни организма в виде меланомы, что требует хирургического лечения и вторичной профилактики.

$$ИР - 2 = \frac{ИРО(ЦНС+ВНС+ЭС+ССС+ИКС+СК+ДС+ПС+ПЖС+МПС+КСС+ОЗ+ОС_{иВА}+КП)}{ПФ \text{ (сумма факторов, действующих на анатомо-функциональные системы)}}$$

ИР - 2 = [] ! – патогенная (нарушенная) приобретенная индивидуальная реактивность.

$$ИР - 2 = \frac{ИРО(ЦНС+ВНС+ЭС+ССС+ИКС+СК+ДС+ПС+ПЖС+МПС+КСС+ОЗ+ОС_{иВА}+КП)}{ПФ \text{ (сумма факторов, действующих на анатомо-функциональные системы)}}$$

ИР - 2 [] !! – имеется приобретенная нозологическая форма болезни.

Данная индивидуальная карта резистентности должна иметь электронную (в зашифрованном виде) и бумажную версии, что будет сопровождать каждого индивида всю жизнь, независимо от местожительства.

Карта 3. Индивидуальная карта резистентности.

Обсуждение. Индивидуальная карта резистентности, состоящая из индекса резистентности 1 и 2 – это способ для сведения к минимуму предпосылок (факторов) этиологии заболеваний, то есть повышение «порога возникновения болезни». Такая карта позволяет ускоренно финансово малозатратно обнаруживать (диагностировать) заболевания при определенных условиях среды обитания конкретного человека, в особенности при перемене местожительства.

Следовательно, индивидуальная карта резистентности позволит в будущем иметь электронную информационную базу данных для индивидуализированной медицины. Прежде всего, для развития профилактической направленности медицины и повышения качества геннотерапевтической коррекции, имеющейся нозологической формы болезни. В такой карте все генетические особенности организма выражаются в индексе резистентности организма в виде $IP-1 = [] !$, $IP-1 = [] !!$ что позволяет избежать возможных дискриминационных позиций по данным полиморфизма ДНК конкретного человека и молекулярного мониторинга.

Заключение. Таким образом, индивидуальная карта резистентности – это не альтернатива медицинской карте или истории болезни, это новый документ. Преимуществом такой карты является также исключение личной психологической нагрузки каждого индивида от таких понятий, как наследственная предрасположенность и т.д.. Такая карта содержит информационно емкую базу данных для эффективной организации первичной и вторичной профилактики для врача общего профиля или для участкового терапевта в современных условиях жизни, которые характеризуются значительной миграцией рабочих сил, переменной местожительности.

Литература

1. Берестова А.В. Болезни кожи. В курсе лекций “Патология” под редакцией М.А.Пальцева. «Издательство» «Медицина». М., 2007, т.2, 768 с.
2. Давыдов М.И. Российская академия медицинских наук: фундаментальные исследования – научные основы здравоохранения. Вестник АМН – М.: 2011: №2.- С. 4-13.
3. Иванов Л.Н., Колотилова М.Л. От роли реактивности организма в патогенном процессе до индивидуальной карты резистентности. Ж.Здравоохранение Чувашии. Чебоксары, 2013: № 4 .- С. 16-21.
4. Иванов Л.Н., Колотилова М.Л. Индивидуальная карта резистентности в патологии органов дыхания. Сб. научных трудов Международной научно-практической конференции “Проблемы медицины в современных условиях”. Казань: 2015г.: С.114-118.
5. Илешина Т.В. Себорейный дерматит. Русский медицинский журнал. 2004; 12(5); 324-326.
6. Олисова О.Ю., Давидович М.И. Современный подход к лечению себорейного дерматита. Российский журнал кожных и венерических болезней. 2014. №4. С.31-35.
7. Peyri J., Leonart M.; the Spanish Group of the SEBDERM Study. Clinical and therapeutic profile and quality of life of patients with seborrheic dermatitis. Actas Dermosifiliogr. 2007; 98(7):476-482.

References

1. Berestova A.V. Bolezni koji. V kurse lekcii “Patologiya” pod redakciei M.A.Palceva. «Izdatelstvo» «Medicina». M. 2007_ t.2_ 768 s.
2. Davidov M.I. Rossiiskaya akademiya medicinskih nauk_ fundamentalnie issledovaniya – nauchnie osnovi zdavoohraneniya. Vestnik AMN –M. 2011_ №2._ S. 4_13.
3. Ivanov L.N._ Kolotilova M.L. Ot roli reaktivnosti organizma v patogenom processe do individuumnoi karti rezistentnosti. J.Zdravoohranenie Chuvashii. Cheboksari_ 2013_ № 4 ._ S. 16_21.
4. Ivanov L.N._ Kolotilova M.L. Individuumnaya karta rezistentnosti v patologii organov dihaniya. Sb. nauchnih trudov IImejdunarodnoi nauchno_prakticheskoi konferencii “Problemi medicini v sovremennih usloviyah”. Kazan_ 2015g._ S.114_118.
5. Ileshina T.V. Seboreinii dermatit. Russkii medicinskii jurnal. 2004; 12_5; 324_326.
6. Olisova O.Yu._ Davidovich M.I. Sovremennii podhod k lecheniyu seboreinogo dermatita. Rossiiskii jurnal kojnih i venericheskikh boleznei. 2014. №4. S.31_35.
7. Peyri J., Leonart M.; the Spanish Group of the SEBDERM Study. Clinical and therapeutic profile and quality of life of patients with seborrheic dermatitis. Actas Dermosifiliogr. 2007; 98(7):476-482.



<https://twitter.com/JournalResearch>

Ссылки на новые статьи
«Международного научно-исследовательского журнала» Вы сможете найти в Твиттере.



Международный Журнал
@JournalResearch

Опубликовать статью, публикация научных статей соискателей, аспирантов, научных сотрудников. Международный научно-исследовательский журнал ISSN 2227-6017

В Твиттере с сентября 2012

ТВИТЫ 2 666
ЧИТАТЕЛИ 50

Твиты Твиты и ответы



Международный Журнал @JournalResearch · сейчас

Post Edited: ИЗУЧЕНИЕ РАСПРОСТРАНЕННОСТИ ПОТРЕБЛЕНИЯ ТАБАЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ СРЕДИ РАБОЧИХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ КАЗАХСТА research-journal.org/en/medicine/st...

DOI: 10.18454/IRJ.2016.47.265

Колосов А.С.¹, Мильчаков Д.Е.²¹Студент 4 курса лечебного факультета Кировской государственной медицинской академии, ² доцент кафедры патологической анатомии, Кировская государственная медицинская академия, профессор РАЕ**ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ПРАВИЛЬНОГО ПИТАНИЯ В ФОРМАТЕ ПРОФИЛАКТИКИ ЯЗВЕННОЙ БОЛЕЗНИ НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА КИРОВА****Аннотация**

В данной статье рассматривается экономическая целесообразность здорового питания в формате профилактики язвенной болезни. Проведен анализ стоимости диагностики и лечения, а также минимальной продуктовой корзины. Стоимость диагностики и лечения язвенной болезни почти в 2 раза превышает стоимость минимальной продуктовой корзины. Сделан вывод, что профилактика язвенной болезни намного дешевле ее лечения. Информация может быть полезна врачам-терапевтам, гастроэнтерологам, пациентам.

Ключевые слова: язвенная болезнь, питание, стоимость, заболеваемость, лечение.

Kolosov A.S.¹, Milchakov D.E.²¹4th year student of the medical faculty of the Kirov State Medical Academy, ²Associate Professor of Pathological Anatomy, Kirov State Medical Academy, Professor RAE**ECONOMIC FEASIBILITY OF NUTRITION IN THE FORMAT OF THE PREVENTION OF ULCER ON THE EXAMPLE KIROV****Abstract**

This article examines the economic feasibility of a healthy diet in the form of prevention of peptic ulcer disease. The analysis of the cost of diagnostic and treatment, as well as the minimum food basket. The cost of diagnosis and treatment of peptic ulcer disease is almost 2 times higher than the cost of the minimum food basket. It is concluded that prevention of peptic ulcer disease is much cheaper than its treatment. The information may be useful for general practitioners, gastroenterologists, patients.

Keywords: peptic ulcer disease, nutrition, cost, morbidity, treatment.

Актуальность. В современном мире в связи с частым стрессом и неправильным питанием всё больше людей сталкиваются с проблемами желудочно-кишечного тракта. Дешевые еда, фаст-фуд, чипсы и прочие «радости жизни» не только не полезны, но и действительно вредны организму. В результате, всё больше людей страдают заболеваниями органов пищеварения. Одним из распространенных заболеваний является язвенная болезнь желудка и двенадцатиперстной кишки. [1]

Язвенная болезнь желудка и двенадцатиперстной кишки - групповое понятие, морфологическим выражением которого является дефект слизистой оболочки и подслизистой основы, дном которого является мышечный слой.

Международная классификация болезней 10-го пересмотра не содержит дефиниции «язвенная болезнь». Ее эквивалент обозначен как пептическая язва (Peptic ulcer) с указанием локализации (желудок, его пилорическая часть, двенадцатиперстная кишка, гастроэюнальная язва, пептическая язва неуточненной локализации).

Этиология. Обычно выделяют 3 основных причины хронического язвенного дефекта: НР, НПВП и стресс. Возможно их сочетание у одного больного. Возможны и редкие причины образования язв.

Патогенез

Патогенез пептической язвы изначально рассматривался как осложнение хронического гастрита, вне зависимости от того, располагается язва в желудке или двенадцатиперстной кишке (см. язвенный фенотип гастрита). С учетом влияний воспалительных цитокинов на регуляцию кислотной продукции получает подтверждение постулат К. Шварца: «Без кислоты нет язвы». С этих же позиций НР приобретает роль пускового компонента - «без НР нет НР-ассоциированной язвы». Однако НР - это только наиболее частая причина развития язвы.

Реакцией на повреждение является формирование в области дефекта сли-зисто-фибриновой «шапочки», под которую проникает регенерирующий эпителий. Реэпителизация происходит в течение 30 мин. Так выглядит репарация неглубокого и сравнительно небольшого по площади дефекта - эрозии слизистой оболочки, дном которой является собственная пластинка.

В условиях продолжающегося действия повреждающего фактора протеолиз распространяется в глубину, достигая мышечного слоя стенки желудка - формируется острая язва. Появление в дне язвы зоны фибриноидного некроза, делающего неэффективной репарацию путем наложения фовеолярного эпителия (он отторгается, не найдя фибриллярной подэпителиальной основы), превращает острую язву в хроническую. Хроническая язва персистирует в течение 4-8 нед в результате рубцовых изменений, возникающих под слоем фибриноидного некроза, нарушающих трофику слизистой оболочки и препятствующих репарации.

Восстановление структуры стенки желудка в исходе хронической язвы неполное - субституция. В мышечном и подслизистом слоях выражен фиброз. Склеротические изменения и очаговая пролиферация гладкомышечных клеток в собственной пластинке вызывают деформацию ее гистеоархитектоники. Клеточный состав в основном восстанавливается, однако возможны мета-пластические изменения эпителия.

В соответствии с иерархией регуляции защиты клеток (цитопротекции) слизистой оболочки гастродуоденальной зоны можно выделить 4 ведущих компонента патогенеза язвенного дефекта.

- Резидуально-органический фон - черепно-мозговая травма, кровоизлияния в головной мозг, приводящие к активации парасимпатической системы, что обуславливает гиперсекрецию соляной кислоты и пепсина и изъязвление.
- Выраженная G-клеточная гиперплазия, приводящая к активации париетальных клеток и гиперпродукции соляной кислоты.
- Колонизация НР, вызывающая G-клеточную гиперплазию, или без нее приводящая к гиперсекреции.

• НПВП, ингибирующие полезную циклооксигеназу-1 и вызывающие энергетический дефицит эпителиальных клеток, приводят к повышенной клеточной убыли и делают слизистую оболочку уязвимой для обычного уровня секреции соляной кислоты. [5]

Целью работы является обосновать необходимость здорового питания в формате профилактики язвенной болезни желудка и ДПК на примере города Кирова.

Задачи исследования:

- 1) Выяснить стоимость необходимых лабораторных и инструментальных обследований, лечения язвенной болезни на территории города Кирова
- 2) Установить минимальный уровень доходов населения города Кирова в различных возрастных группах
- 3) Выявить доступность населению медицинских услуг по диагностике и лечению язвенной болезни на основании стоимости лечения и уровня доходов
- 4) Выявить стоимость продуктовой корзины на территории города Кирова
- 5) Сравнить стоимость диагностики и лечения язвенной болезни и продуктовой корзины
- 6) Предложить практические рекомендации по правильному питанию среди населения

Результаты исследования:

В ходе работы была выяснена стоимость необходимого обследования и лечения больных язвенной болезнью. Данные получены на основании Приказа от 9 ноября 2012 г. № 773н «Об утверждении стандарта специализированной медицинской помощи при язвенной болезни желудка, двенадцатиперстной кишки». [4] Были взяты исследования с усредненным показателем частоты предоставления, равным 1. Кратность применения каждого лечебно-диагностического мероприятия составляет 1 раз. Перечень и стоимость исследований приведены в Таблице 1.

Таблица 1

Исследование	Стоимость, руб.
Осмотр терапевта	500
Осмотр гастроэнтеролога	700
Общий анализ крови	180
Биохимический анализ крови	880
Исследование уровня амилазы в крови	120
Определение основных групп крови (А, В, 0), резус-принадлежности	410
Проведение реакции Вассермана	130
Определение антигена к вирусу гепатита В в крови; Определение антител к вирусному гепатиту С в крови	400
Определение антител к вирусу иммунодефицита человека ВИЧ-1, ВИЧ-2 в крови	310
Общий анализ мочи	220
Определение альфа-амилазы в моче	160
Исследование кала на скрытую кровь	330
Электрокардиография	280
Комплексное УЗИ внутренних органов	750
ЭФГДС с уреазным тестом и определением кислотности	1400
Биопсия и морфологическое исследование препаратов тканей желудка	700
Всего	7470

Таким образом, средняя стоимость основных диагностических мероприятий при язвенной болезни составляет **7470 рублей**. [2]

Основные лекарственные препараты, применяемые при лечении неосложненных форм язвенной болезни, с указанием средней курсовой дозы, а также количества таблеток и их стоимости приведены в Таблице 2.

Таблица 2

Препараты	Средняя курсовая доза, мг	Количество единиц и упаковок препарата	Стоимость, руб.
Ранитидин	6300	42 таб. (2 уп.)	128
Омепразол	420	21 капс. (1 уп.)	170
Де-нол	4800	40 таб. (1 уп.)	511
Амоксициллин	20000	40 таб. (2 уп.)	140
Метронидазол	10000	40 таб. (2 уп.)	28
Всего			977

Стоимость 1 курса лечения неосложненной язвенной болезни составляет **977 рублей**. Общая стоимость диагностики и лечения язвенной болезни составляет **8447 рублей**. При этом учитывались только те исследования и лекарственные препараты, которые в обязательном порядке должны применяться у каждого пациента с язвенной болезнью. При необходимости применения других лечебно-диагностических мероприятий стоимость для населения может значительно увеличиться.

В ходе исследования на основании данных Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Кировской области были установлены уровни прожиточного минимума среди различных групп населения в IV квартале 2015 г. Для трудоспособного населения данный показатель составляет **9943 руб.**, для пенсионеров – **7598 руб.**, для детей – **9318 руб.** [3] Это может свидетельствовать о низкой доступности мероприятий по диагностике и лечению язвенной болезни среди населения города Кирова, т.к. прожиточный минимум примерно равен стоимости лечебно-диагностических мероприятий.

С целью обоснования экономической целесообразности правильного питания в формате профилактики язвенной болезни были проанализированы данные по стоимости потребительской корзины (продукты питания) среди различных групп населения. В продуктовую корзину входят следующие категории продуктов питания: хлебные продукты, картофель, овощи и бахчевые, фрукты свежие, сахар и кондитерские изделия, мясопродукты, рыбопродукты, молоко и молочные продукты, яйца, масло растительное, маргарин, прочие продукты (соль, чай, специи). Таким образом, в продуктовой корзине отсутствуют продукты, негативно влияющие на желудочно-кишечный тракт. Для трудоспособного населения стоимость продуктовой корзины составляет **4189 руб.**, для пенсионеров – **3601 руб.**, для детей – **4410 руб.**, что более чем в 2 раза меньше, чем стоимость лечебно-диагностических мероприятий при язвенной болезни. [3] Поэтому профилактика язвенной болезни в виде правильного и здорового питания является намного полезнее и выгоднее для человека, чем ее диагностика и лечение.

Выводы:

- 1) Стоимость диагностики язвенной болезни в городе Кирове – 7470 руб., одного курса лечения неосложненной язвенной болезни – 977 руб. Общая сумма – 8447 руб.
- 2) Минимальный уровень доходов населения примерно равен стоимости лечебно-диагностических мероприятий, что свидетельствует об их низкой доступности населению
- 3) Стоимость продуктовой корзины примерно в 2 раза меньше стоимости диагностики и лечения язвенной болезни
- 4) Профилактика язвенной болезни намного выгоднее ее диагностики и лечения

Практические рекомендации по профилактике язвенной болезни и правильному питанию:

- Регулярное, сбалансированное, разнообразное питание минимум 3 раза в сутки
- Исключение фаст-фуда, перекусов, еды всухомятку
- Отказ от алкоголя и курения
- Избегание стрессов и нервного перенапряжения
- Соблюдение режима труда и отдыха, разумная физическая активность

Литература

1. Гастрит и язва желудка – от неправильного питания? [Электронный ресурс] URL: <http://natural-medicine.ru/zhkt/7764-gastrit-i-yazva-zheludka-ot-nepravilnogo-pitaniya.html> (дата обращения 23.03.2016 г.)
2. Медицинский центр «Лайт». Стоимость услуг [Электронный ресурс] URL: <http://center-light.ru/analysis/index.php?cat> (дата обращения 25.03.2016 г.)
3. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Кировской области. Официальный сайт URL: <http://kirovstat.gks.ru/> (дата обращения 25.03.2016 г.)
4. Приказ Минздрава России от 9 ноября 2012 г. № 773н "Об утверждении стандарта специализированной медицинской помощи при язвенной болезни желудка, двенадцатиперстной кишки" URL: <http://www.gastroscan.ru/literature/authors/6315> (дата обращения 22.03.2016 г.)
5. Патологическая анатомия. В 2 т. Т. 1. Общая патология [Электронный ресурс] : учебник / Под ред. В.С. Паукова - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2015.

References

1. Gastrit i jazva zheludka – ot nepravil'nogo pitaniya? [Elektronnyj resurs] URL: <http://natural-medicine.ru/zhkt/7764-gastrit-i-yazva-zheludka-ot-nepravilnogo-pitaniya.html> (data obrashheniya 23.03.2016 g.)
2. Medicinskij centr «Lajt». Stoimost' uslug [Elektronnyj resurs] URL: <http://center-light.ru/analysis/index.php?cat> (data obrashheniya 25.03.2016 g.)
3. Territorial'nyj organ Federal'noj sluzhby gosudarstvennoj statistiki po Kirovskoj oblasti. Oficial'nyj sajt URL: <http://kirovstat.gks.ru/> (data obrashheniya 25.03.2016 g.)
4. Prikaz Minzdrava Rossii ot 9 nojabrja 2012 g. № 773n "Ob utverzhdenii standarta specializirovannoj medicinskoj pomoshhi pri jazvennoj bolezni zheludka, dvenadcatiperstnoj kishki" URL: <http://www.gastroscan.ru/literature/authors/6315> (data obrashheniya 22.03.2016 g.)
5. Patologicheskaja anatomija. V 2 t. T. 1. Obshhaja patologija [Elektronnyj resurs] : uchebnik / Pod red. V.S. Paukova - M. : GJeOTAR-Media, 2015.

DOI: 10.18454/IRJ.2016.47.160

Лопатина А.Б.

Кандидат педагогических наук, Пермский национальный исследовательский политехнический университет

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПРЕПАРАТОВ КЛИНИКИ «LENOM» (ИЗРАИЛЬ) ПРОИЗВОДСТВА ФИРМЫ «DR.NONA» НА ПОКАЗАТЕЛИ ЛИПИДОГРАММЫ**Аннотация**

Данная работа посвящена описанию методов коррекции показателей липидного спектра. Повышение уровня холестерина и липопротеидов низкой и очень низкой плотности является проблемой нынешнего века, связанной с общим понижением уровня здоровья населения, а также с преобладанием у современных людей нерациональных пищевых привычек и превалирование нерационального питания, что в сочетании с гиподинамией и психо-эмоциональными стрессами, способствует развитию метаболического синдрома и отдельных нозологий из этой триады. В настоящем обзоре приведены альтернативные теории патогенеза атеросклероза, в том числе и теория внутрисосудистого воспаления, а также теория микроциркуляторных нарушений. Нарушение капиллярного кровообращения крупных сосудов приводит к отложению на их стенке холестерина в качестве адаптационных мер, имеющих целью укрепить стенку сосуда. Описаны основные подходы к лечению, основные группы препаратов с описанием их механизмов действия, побочными действиями. Приведены данные о препарате «Равсин» серии «Dr.Nona» (Израиль), содержащий омега – 3, эффективно корректирующий показатели липидного спектра и не имеющий противопоказаний.

Ключевые слова: липидный спектр, холестерин, микроциркуляция, омега – 3.

Лопатина А.Б.

PhD in Pedagogy, Perm National Research Polytechnic University

EVALUATION OF CLINICAL PREPARATY «LENOM» (ISRAEL) PRODUCED BY «DR.NONA» ON INDICATORS LIPIDOGRAM**Abstract**

This work is devoted to description of methods of correction of lipid spectrum. Increased cholesterol is a problem of this century, coupled with the overall decrease in the level of health of the population, as well as the dominance of modern humans irrational food habits and the prevalence of malnutrition, which in combination with physical inactivity, and psycho-emotional stress, promotes the development of metabolic syndrome and individual nosology of this triad. This review presents an alternative theory of the pathogenesis of atherosclerosis, including the theory of intravascular inflammation, as well as the theory of microcirculatory disorders. Violation microcirculation large vessels leads to the deposition of cholesterol on the wall as adaptation measures designed to strengthen the vessel wall. The basic approaches to the treatment, the main groups of drugs with a description of their mechanisms of action, side effects. The data about the drug "Ravsin" series "Dr.Nona" (Israel), containing omega - 3, effectively correcting lipid spectrum and has no contraindications.

Keywords: lipid spectrum, cholesterol, microcirculation, omega – 3.

Статья изъята

Статья изъята

DOI: 10.18454/IRJ.2016.47.161

Лопатина А.Б.

Кандидат педагогических наук, Пермский национальный исследовательский политехнический университет

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОССТАНОВИТЕЛЬНОГО ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ РЕПАРАТИВНЫХ МЕТОДИК НА УРОВЕНЬ ВНЕКЛЕТОЧНОЙ ДНК С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРЕПАРАТОВ СЕРИИ «DR.NONA» (ИЗРАИЛЬ)**Аннотация**

Данное исследование проведено для оценки эффективности восстановительного влияния репаративных методик на уровень внеклеточной ДНК с использованием препаратов серии «Dr.Nona» (Израиль). С этой целью были исследованы спортсмены после соревнований, у которых оценивали уровень внеклеточной ДНК. Повышение уровня внеклеточной ДНК в плазме крови является маркером гибели клеток, что связано со стрессом соревновательной деятельности и микротравматизацией тканей. Для контроля исследования внеклеточной ДНК проводили у спортсменов, которые не принимали участие в соревнованиях. Через 10 дней проведения восстановительных мероприятий у всех спортсменов второй, третьей, четвертой и пятой групп, было зафиксировано снижение повышенного после соревнований, уровня внеклеточной ДНК. Однако самое значительное и выраженное снижение повышенного уровня внеклеточной ДНК зафиксировано у спортсменов пятой группы, спортсмены которой принимали ДНК – регенерирующие препараты серии «Dr.Nona» (Израиль), что обусловлено их специфическим воздействием на синтез нуклеиновых кислот.

Ключевые слова: ДНК, антиоксиданты, восстановление, препараты серии «Dr.Nona» (Израиль).

Lopatina A.B.

PhD in Pedagogy, Perm National Research Polytechnic University

THE EFFECTIVENESS OF THE REDUCING EFFECT OF DIFFERENT TYPES OF REPAIR TECHNIQUES TO THE LEVEL OF EXTRACELLULAR DNA USING «DR.NONA» SERIES OF DRUGS (ISRAEL)**Abstract**

This study was conducted to evaluate the effectiveness of the reducing effect of reparative techniques at the level of extracellular DNA using «Dr.Nona» series of drugs (Israel). To this end, the athletes were examined after the event in which the extracellular DNA levels were assessed. Increase of extracellular DNA in blood plasma is a marker of cell death that is associated with the stress of competitive activity and micro-traumas tissues. To control the extracellular DNA study conducted in athletes who did not take part in the competition. After 10 days of recovery programs for all athletes second, third, fourth and fifth groups were recorded decline increased after the competition, the level of extracellular DNA. However, the most significant and marked reduction of elevated levels of extracellular DNA recorded in the fifth group of athletes, which athletes took DNA - regenerating drugs «Dr.Nona» series (Israel), due to their specific effects on the synthesis of nucleic acids.

Keywords: DNA, antioxidants, restore, «Dr.Nona» series of drugs (Israel).

Статья изъята

Статья изъята

DOI: 10.18454/IRJ.2016.47.092

Лопатина А.Б.

Кандидат педагогических наук, Пермский национальный исследовательский политехнический университет

СПОСОБЫ КОРРЕКЦИИ КАПИЛЛЯРОПАТИЙ У БОЛЬНЫХ САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ I ТИПА

Аннотация

Данная работа посвящена изучению влияния капилляротерапевтических программ на показатели микроциркуляции у больных сахарным диабетом I типа. Показано, что в группах с применением капилляротерапии в течение 90 дней происходит улучшение показателей микроциркуляции. Статистически достоверная положительная динамика отмечена в группе с применением препаратов клиники «LENOM» производства фирмы «Dr.Nona» (Израиль), по сравнению с применением заведомо активных скипидарных ванн, что традиционно являлось эталоном.

Ключевые слова: ДНК, капилляры, восстановление.

Lopatina A.B.

PhD in Pedagogy, Perm National Research Polytechnic University

METHODS OF CORRECTION MICROANGIOPATHY IN PATIENTS WITH TYPE I DIABETES

Abstract

This paper studies the impact of capillaroactive programs on parameters of microcirculation in patients with type I diabetes. It is shown that in the groups using capillarotherapy for 90 days an improvement of microcirculation. Statistically significant positive trend was noted in the group with «LENOM» Clinic drugs «Dr.Nona» manufactured (Israel), compared with known active baths turpentine, which has traditionally been the benchmark.

Keywords: DNA capillaries recovery.

Статья изъята

Статья изъята

DOI: 10.18454/IRJ.2016.47.091

Лопатина А.Б.

Кандидат педагогических наук,

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

РАННЕЕ ВЫЯВЛЕНИЕ КАПИЛЛЯРОПАТИЙ У БОЛЬНЫХ САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ I ТИПА

Аннотация

Данная работа посвящена изучению достоверности гипотезы о том, что нарушения микроциркуляции развиваются у пациентов сахарным диабетом значительно раньше, чем принято считать в настоящее время. Это предположение доказано проведением компьютерной капилляроскопии у лиц молодого возраста, страдающих сахарным диабетом I типа менее 1 года, что на таких ранних стадиях еще не подлежит медикаментозной коррекции и назначению ангиопротекторов, что открывает новые горизонты по ранней профилактике ангиопатий.

Ключевые слова: сахарный диабет, ДНК, микроциркуляция.

Lopatina A.B.

PhD in Pedagogy,

Perm National Research Polytechnic University

EARLY DETECTION MICROANGIOPATHY IN PATIENTS WITH TYPE I DIABETES

Abstract

This paper studies the reliability hypothesis that microcirculatory disorders developing in patients with diabetes much earlier than assumed currently. This assumption proved performing computer Capillaroscopy in people of young age, diabetes mellitus type I is less than 1 year, at such an early stage is not yet subject to medical correction and purpose angioprotectors that opens up new horizons for the early prevention of angiopathy.

Keywords: diabetes, DNA, microcirculation.

Статья изъята

Статья изъята

Статья изъята

DOI: 10.18454/IRJ.2016.47.286

Лысенко О.В.¹, Зиганшин О.Р.², Маркеева Д.А.³¹Доктор медицинских наук, профессор, ²доктор медицинских наук, профессор, ³ординатор,
Южно-Уральский государственный медицинский университет**РЕЗУЛЬТАТЫ ЛЕЧЕНИЯ ГЕНИТАЛЬНОЙ ПАПИЛЛОМАВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИИ ВЫСОКОГО
ОНКОГЕННОГО РИСКА У ЖЕНЩИН И МУЖЧИН ИЗ СЕМЕЙНЫХ ПАР****Аннотация**

Папилломавирусная инфекция является наиболее распространенной вирусной инфекцией, передающейся половым путем. В связи с высокой частотой развития ВПЧ-опосредованных заболеваний высокого онкогенного риска, как у женщин, так и у мужчин, в случаях постоянных и длительных половых контактов обоснованным является не только обследование обоих партнеров, но и их синхронное лечение.

Целью исследования являлась оценка эффективности применения инозина пранобекса у женщин и мужчин из семейных пар, инфицированных ВПЧ высокого онкогенного риска.

Под наблюдением находились 38 семейных пар, инфицированных ВПЧ высокого онкогенного риска. ДНК ВПЧ определяли качественно методом ПЦР и количественно с помощью реакции амплификации ДНК-калибраторов. Инозина пранобекс назначался стандартным курсом по 3000 мг в сутки 28 дней. Через 6 месяцев после проведенной терапии вирус не был обнаружен у 27 женщин (71,05%) и 33 мужчин (86,84%). Показатель концентрации ВПЧ у женщин и мужчин до лечения был значимым, после проведенной терапии снизился до малозначимой величины.

Ключевые слова: папилломавирусная инфекция высокого онкогенного риска, лечение.

Lysenko O.V.¹, Ziganshin O.R.², Markeeva D.A.³¹MD, Associate professor, ²MD, Associate professor, ³resident physician, South Ural State Medical University**RESULTS TREATMENT OF GENITAL HPV INFECTION HIGH ONCOGENIC RISK IN WOMEN AND MEN
FROM COUPLES****Abstract**

HPV infection is the most common viral infection transmitted through sexual contact. Due to the high incidence of HPV-mediated oncogenic high risk of disease, both women and men, in the case of permanent and long-term sexual intercourse is not only reasonable examination of both partners, but their synchronous treatment.

The aim of the study was to evaluate the effectiveness of inosine pranobex women and men from couples infected with oncogenic HPV.

The study included 38 couples infected with oncogenic HPV. HPV DNA was determined qualitatively and quantitatively by a PCR reaction using DNA amplification calibrators. Inosine pranobex appointed standard rate for 3000 mg per day to 28 days. 6 months after the therapy the virus was detected in 27 women (71.05%) and 33 males (86.84%). Indicator HPV concentration of women and men before treatment was significant, after the treatment decreased to a meaningless value.

Keywords: High-risk HPV infection, treatment.

Папилломавирусная инфекция (ПВИ) является наиболее распространенной вирусной инфекцией, передающейся половым путем, как среди женщин, так и среди мужчин, причем немалую её часть занимают заболевания, обусловленные онкогенными штаммами вируса (ВПЧ). Спектр клинических проявлений при этом колеблется от ограниченных субклинических, которые отмечаются достоверно чаще, до стойких злокачественных [1-3]. Среди женского населения распространенность онкогенных типов ВПЧ-инфекции колеблется от 2 до 44%, у мужчин процент может достигать 45, в зависимости от исследуемой популяции [2,4].

В сравнении с богатством данных, накопленных относительно ВПЧ-инфекции у женщин, сведения о течении ПВИ у мужчин незначительны, хотя высокая распространенность латентных и субклинических форм ПВИ у представителей мужского пола создает условия для бессимптомного носительства вируса и его передачи половому партнеру [5]. Рак полового члена относительно редкое заболевание по сравнению с раком шейки матки, однако в 40% случаев карцинома полового члена может быть связана с присутствием ВПЧ онкогенного риска [6].

В связи с этим, обоснованным является не только тщательное обследование обоих половых партнеров, но и их синхронное лечение в случаях продолжающихся длительное время контактов, например, у семейных пар. В то же время, лечение ПВИ остается трудной задачей, поскольку из-за отсутствия этиотропной терапии достичь полной эрадикации ВПЧ удастся не всегда. Считается, что предпочтительнее использовать лекарственные средства, наряду с иммуномодулирующим действием обладающие и противовирусным эффектом [7-9]. Одним из немногих иммуномодулирующих препаратов в инструкции по применению, которого указана терапия заболеваний, вызванных ВПЧ как у женщин, так и у мужчин, является инозин пранобекс (изопринозин), обладающий противовирусным свойством и оказывающий влияние на противовирусный иммунитет [10].

Цель нашей работы заключалась в оценке эффективности применения инозина пранобекса среди женщин и мужчин из семейных пар, инфицированных ВПЧ высокого онкогенного риска.

Используемые методы. В исследовании приняли участие 38 семейных пар, являющихся постоянными половыми партнерами в течение 3 и более лет и инфицированных ВПЧ высокого онкогенного риска. С целью верификации диагноза и последующего контроля лечения в клиническом материале (цервикальная слизь у женщин и эякулят у мужчин) определяли ДНК высоко онкогенных типов ВПЧ методом ПЦР в режиме «реального времени», с последующим количественным определением концентрации ДНК ВПЧ с помощью реакции амплификации ДНК-калибраторов. Результаты ДНК ВПЧ выражались в lg (ВПЧ на 100 тысяч клеток человека) и трактовались следующим образом: менее 3 lg – малозначимая, от 3 до 5 lg – значимая и более 5 lg – повышенная вирусная нагрузка.

В качестве лечебного средства всем пациентам был назначен препарат инозин пранобекс (изопринозин) по 1000 мг 3 раза в сутки, 28 дней. Забор исследуемого материала производился до лечения и через 6 месяцев после его окончания.

Статистический анализ осуществляли в пакете прикладных программ «Statistica for Windows 8.0».

Результаты и обсуждения. ВПЧ высокого онкогенного риска до лечения встречались у обоих партнеров, обследуемых нами пар, причем генотипы онкогенных вирусов совпали у 18 из 38 (47,37%) пар наблюдаемых. Среднее количество типов ВПЧ у женщин было достоверно большим и составило 2,13, в то время как у мужчин только 1,68. Среди женщин в большинстве случаев выявлялись ВПЧ-16 (42,11%) и ВПЧ-51 (28,95%), у мужчин наиболее часто обнаруживались генотипы ВПЧ-16 (28,95%), ВПЧ-31 и ВПЧ-52 (21,05%).

Концентрация ВПЧ у женщин и мужчин из семейных пар до лечения в основном была значимой и составили в среднем $4,33 \pm 0,31$ и $3,86 \pm 0,27$ lg на 100 тысяч клеток человека соответственно.

Через 6 месяцев после ежедневного приема изопринозина в дозе 1000 мг 3 раза в сутки в течение 28 дней, ВПЧ высокого онкогенного риска не был обнаружен у 27 женщин и 33 мужчин, таким образом, процент излеченности женщин составил 71,05%, а мужчин – 86,84%. У 7,89% женщин после проведенного лечения была вновь определена ДНК ВПЧ-16, 31 и 51 типов, генотипы 18, 45 обнаруживались в 5,26% случаев (рисунок 1).

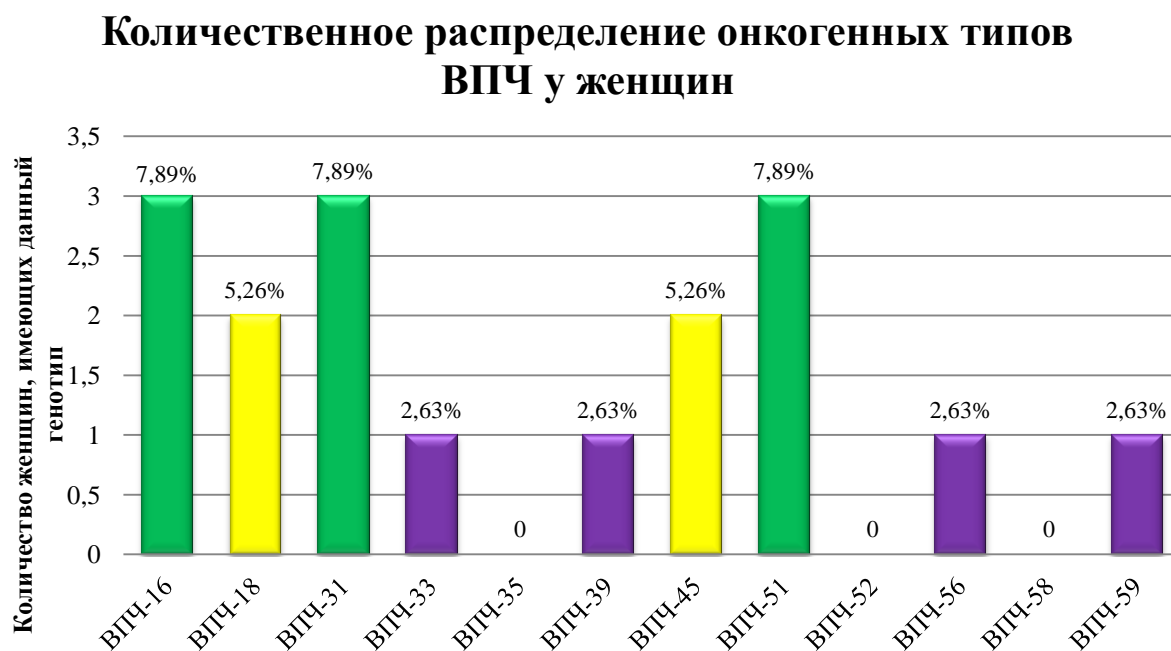


Рис. 1 – Количественное распределение онкогенных типов ВПЧ у женщин из семейных пар после проведенного лечения

Среди мужчин в 7,89% случаев повторно был выявлен генотип ВПЧ-16 и ВПЧ-31, с частотой 5,26% встречались генотипы 18 и 51 (рисунок 2). У 5 мужчин были обнаружены онкогенные типы ВПЧ, ранее не определяемые, что не противоречит данным литературы и не указывает на посторонние половые контакты, а косвенно может свидетельствовать о «вирусной мимикрии» при персистирующем течении инфекции [5,8,9].

Количественное распределение онкогенных типов ВПЧ у мужчин

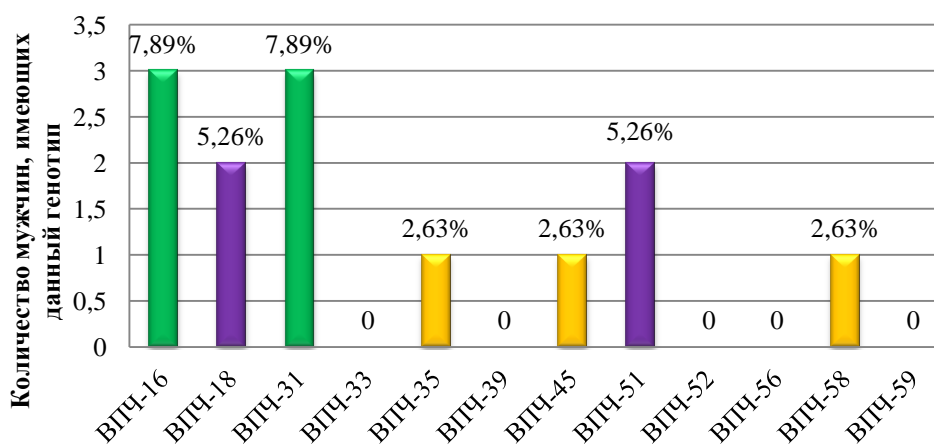


Рис. 2 – Количественное распределение онкогенных типов ВПЧ у мужчин из семейных пар после проведенного лечения

Показатель вирусной нагрузки после проведенной терапии через 6 месяцев снизился до малозначимого и составил в среднем $2,39 \pm 0,31$ lg у женщин и $2,52 \pm 0,30$ lg у мужчин ($P < 0,05$).

Таким образом, применение инозина пранобекса (изопринозин) в течение 28 дней в дозе 3000 мг в сутки обеспечивала эрадикацию возбудителя лишь у 71,05% женщин и у 86,84 % мужчин из семейных пар, инфицированных ВПЧ высокого онкогенного риска. В то же время, согласно требованиям ВОЗ, желательная эффективность препаратов, используемых для лечения ИППП, должна составлять 95%.

Анализируя полученный вывод, и учитывая отсутствие специфических лекарственных средств, обеспечивающих эрадикацию ВПЧ в высоком проценте случаев, можно рассматривать три пути дальнейшего ведения пациентов, у которых не наступила элиминация вируса. Во-первых, возможен повторный курс приема препарата и сравнение результатов первого и повторного лечения. Во-вторых, прием инозина пранобекса можно сочетать с локальным применением противовирусных средств или физиотерапевтических процедур, приводящих к эксфолиации эпителиальных клеток, поскольку, как известно, именно в них персистирует вирус. В-третьих, не исключен путь пассивного наблюдения за пациентами, учитывая снижение вирусной нагрузки и иммуностропное действие инозина пранобекса и рассчитывая на отсроченный иммунный эффект. Каждый из этих путей требует детального изучения для получения соответствующих выводов и разработки доказательной тактики ведения больных с ПВИ высокого онкогенного риска.

Литература

1. Salehi-Vaziri M. The Prevalence and Genotype Distribution of Human Papillomavirus in the Genital Tract of Males in Iran. /Salehi-Vaziri M., Sadeghi F., Bokharaei-Salim F. et. al.// Jundishapur J Microbiol. – 2015. – 18; 8(12). – P.1-5.
2. Palefsky J.M. Human papillomavirus-related disease in men: not just a women's issue// J Adolesc Health. – 2010. – 46(4). – P.12-9.
3. Лысенко О.В., Телешева Л.Ф., Троянова А.В. Папилломавирусная инфекция у семейных пар: заметки к теме// Современные проблемы дерматовенерологии, иммунологии и врачебной косметологии. – 2013. – Т. 8. – № 3 (26). – С.49-55.
4. Edison N. Clinical Manifestations of Genital HPV Infection, Human Papillomavirus and Related Diseases – From Bench to Bedside - A Clinical Perspective, Dr. Davy Vanden Broeck (Ed.). – 2012. – P.83-98.
5. Baldwin S.B., Wallace D.R., Papenfuss M.R., et al. Human papillomavirus infection in men attending a sexually transmitted disease clinic // J Infect Dis. – 2003. – 187(7). – P.1064-70.
6. De Lima Rocha M.G., Faria F.L., Gonçalves L., et al. Prevalence of DNA-HPV in male sexual partners of HPV-infected women and concordance of viral types in infected couples // PLoS One. – 2012. – 7(7). – P.40988
7. Долгушина В.Ф., Ахматова А.Н., Беренда М.А. Эффективность изопринозина в лечении хронического цервицита, ассоциированного с папилломавирусной инфекцией // Фарматека. – 2009. – № 14. – С. 75-78.
8. Ziganshin O.R. Status of local reproductive tract immunity in men with inflammatory diseases of the reproductive system // Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии. – 2001. – № 1. – С.36-39.
9. Гизингер О., Кононова И., Летяева О. Цервикальные неоплазии, ассоциированные с папилломавирусной инфекцией: комплексная терапия// Врач. – 2014. – № 12. – С.70-73.
10. Соловьев А.М. Иммунотерапия изопринозином как адъювантный или самостоятельный способ лечения больных папилломавирусной инфекцией// Вестник дерматологии и венерологии. – 2011. – № 5. – С.146-151.

References

1. Salehi-Vaziri M. The Prevalence and Genotype Distribution of Human Papillomavirus in the Genital Tract of Males in Iran. /Salehi-Vaziri M., Sadeghi F., Bokharaei-Salim F. et. al.// Jundishapur J Microbiol. – 2015. – 18; 8(12). – P.1-5.
2. Palefsky J.M. Human papillomavirus-related disease in men: not just a women's issue// J Adolesc Health. – 2010. – 46(4). – P.12-9.

3. Lysenko O.V., Telesheva V.F., Troyanova A.V. Papilloma virus infection in spouses: considerations on the subject // Current Requests of dermatovenereology, immunology and medicine cosmetology. – 2013. – ТТ. 8. – № 3 (26). – P.49-55.
4. Edison N. Clinical Manifestations of Genital HPV Infection, Human Papillomavirus and Related Diseases – From Bench to Bedside - A Clinical Perspective, Dr. Davy Vanden Broeck (Ed.). – 2012. – P.83-98.
5. Baldwin S.B., Wallace D.R., Papenfuss M.R., et al. Human papillomavirus infection in men attending a sexually transmitted disease clinic // J Infect Dis. – 2003. – 187(7). – P.1064-70.
6. De Lima Rocha M.G., Faria F.L., Gonçalves L., et al. Prevalence of DNA-HPV in male sexual partners of HPV-infected women and concordance of viral types in infected couples // PLoS One. – 2012. – 7(7). – P.40988
7. Dolguschina V.F., Achmatova A.N., Berenda M.A. Efficacy of Isoprinosine in the treatment of chronic cervicitis associated with papillomaviral infection// Pharmateca. – 2009. – № 14. – P.75-78.
8. Ziganshin O.R. Status of local reproductive tract immunity in men with inflammatory diseases of the reproductive system // Journal of microbiology epidemiology and immunology. – 2001. – № 1. – P.36-39.
9. Gizinger O., Kononova I., Letyayeva O. Cervical neoplasias associated with papillomavirus infection: combination therapy // Vrach. – 2014. – № 12. – P.70-73.
10. Soloviyov A.M. Immunotherapy with isoprinosine as an adjuvant or independent method of treatment for patients with papilloma viral infection//Vestnik Dermatologii i Venerologii.– 2011. –№ 5. –P.146-151.

DOI: 10.18454/IRJ.2016.47.094

Лысенкова Н.О.¹, Румянцев М.И.², Жилина А.Н.³, Кратнов А.Е.⁴
^{1,2,3}к.м.н., ассистент кафедры, ⁴д.м.н., профессор, заведующий кафедрой,

ГБОУ ВПО Ярославский государственный медицинский университет

ВЛИЯНИЕ ВЕГЕТАТИВНОЙ НЕРВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ НА РАЗВИТИЕ СЕРДЕЧНЫХ АРИТМИЙ У БОЛЬНЫХ ИШЕМИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНЬЮ СЕРДЦА

Аннотация

У больных сердечно-сосудистыми заболеваниями, особенно ишемической болезнью сердца (ИБС), отмечается выраженное ремоделирование миокарда, происходит перестройка вегетативной нервной системы сердца. Это ведет к нарушению как симпатических, так и парасимпатических регуляторных влияний. Рассогласования между электрофизиологическими процессами в миокарде, эфферентной импульсацией из центральных структур и состоянием афферентных связей, а также дисфункция самих центральных нервных структур могут служить причиной электрической нестабильности миокарда и способствовать возникновению фатальных нарушений сердечного ритма, приводящих к наступлению кардиальной смерти.

Ключевые слова: вегетативная нервная система, ишемическая болезнь сердца, электрическая нестабильность миокарда, нарушения ритма сердца.

Lysenkova N.O.¹, Rumyantsev M.I.², Zhilina A.N.³, Kratnov A.E.⁴
^{1,2,3}PhD, assistant of the Department of therapy of pediatric faculty,

⁴MD, Head of the Department of therapy of pediatric faculty, Yaroslavl State Medical University

THE INFLUENCE OF AUTONOMIC NERVOUS REGULATION ON THE DEVELOPMENT OF CARDIAC ARRHYTHMIAS IN PATIENTS WITH CORONARY HEART DISEASE

Abstract

In patients with cardiovascular diseases, especially coronary heart disease, there is a marked remodeling of the myocardium, there is a rearrangement of the autonomic nervous system of the heart. This leads to disruption of both sympathetic and parasympathetic regulatory influences. The mismatch between electrophysiological processes in the myocardium, with efferent impulses from the central agencies and the state of the afferent connections, and also themselves dysfunction of the central nervous structures can cause electrical instability of the myocardium and lead to fatal cardiac arrhythmias leading to cardiac death occurrence.

Keywords: autonomic nervous system, coronary heart disease, electrical instability of the myocardium, arrhythmias.

Одной из актуальных проблем современной кардиологии является своевременное определение у больных ИБС риска развития угрожающих жизни аритмий и наступления кардиальной смерти [1]. Данные клинических и морфологических исследований доказывают тесную взаимосвязь развития кардиальной смерти с наличием фатальных нарушений ритма, дисфункцией ВНС, нейрогуморальными механизмами, и сниженной ФВ левого желудочка у больных ИБС [17]. Определяющим условием для возникновения фатальных аритмий признается наличие структурной патологии сердца, которое под действием различных функциональных факторов становится электрически нестабильным [25]. Кроме того, существуют данные, согласно которым нестабильность электрофизиологических процессов в миокарде у пациентов, страдающих ИБС, в первую очередь связана с нарушением регуляции вегетативного и электролитного баланса [7, 19].

Сердце иннервируется вегетативной нервной системой (ВНС), состоящей из симпатических и парасимпатических нервов. Симпатические нервы, стимулируя β-адренорецепторы синусового узла, увеличивают частоту сердечных сокращений (ЧСС). Раздражение блуждающего нерва, в свою очередь, стимулирует М-холинорецепторы синусового узла, вследствие чего развивается брадикардия. Синусовый и атриовентрикулярный узлы находятся в основном под влиянием блуждающего нерва и, в меньшей степени, симпатического, в то время как желудочки контролируются преимущественно симпатическим нервом [28, 37]. Деятельность ВНС контролируется центральной нервной системой и рядом гуморальных влияний. В продолговатом мозге расположен сердечно-сосудистый центр, который объединяет парасимпатический, симпатический и сосудодвигательный центры. Регуляция этих центров осуществляется

подкорковыми узлами и корой головного мозга. На ритмическую деятельность сердца влияют импульсы, исходящие из сердечно-аортального, синокаротидного и других сплетений. Также на сердечно-сосудистый центр действуют гуморальные нарушения, изменения в крови (парциального давления углекислого газа и кислорода, кислотно-основного состояния), хеморецепторный рефлекс [11]. В состоянии покоя доминирует тонус вагуса и изменчивость сердечной периодики в значительной степени зависит от его влияний. Вагусная и симпатическая активность находятся в постоянном взаимодействии. Поскольку синусовый узел богат холинэстеразой, действие любого вагусного импульса краткосрочно, так как ацетилхолин быстро гидролизуется. Преобладание парасимпатических влияний над симпатическими может быть объяснено двумя независимыми механизмами: холинергически индуцируемым снижением высвобождения норадреналина в ответ на симпатическую стимуляцию и холинергическим подавлением ответа на адренергический стимул. Аfferентная вагусная стимуляция приводит к рефлекторному возбуждению эfferентной вагусной активности и ингибированию эfferентной симпатической активности [37]. Эффекты противоположно ориентированного рефлекса опосредуются стимуляцией аfferентной симпатической активности [33]. Эfferентная вагусная активность также находится под тоническим сдерживающим влиянием аfferентной кардиальной симпатической активности [16]. Эfferентная симпатическая и вагусная импульсации, направленные на синусовый узел, характеризуются разрядом, преимущественно синхронизированным с каждым сердечным циклом.

Литературные данные о роли вегетативной регуляции в аритмогенезе неоднозначны. В последнее время активно обсуждается положение о том, что повышение активности симпатического звена ВНС при ишемии миокарда приводит к возникновению нарушений ритма, тогда как активация парасимпатического звена обладает протективным эффектом [36]. Однако, при гистологическом исследовании миокарда у пациентов, погибших внезапно, было выявлено нарушение автономной регуляции, обширные очаги истощения катехоламинов в адренергических сплетениях миокарда и изменения вегетативных нервных ганглиев. Показано, что ишемические изменения в области нижней стенки левого желудочка вызывают активацию парасимпатического отдела ВНС, а в передней стенке приводят к повышению тонуса симпатических аfferентных нервов [3].

Известно, что у больных ИБС, отмечается выраженное ремоделирование миокарда, происходит перестройка вегетативной нервной системы сердца. Это ведет к нарушению как симпатических, так и парасимпатических регуляторных влияний. Особого внимания заслуживает активация симпатoadреналовой системы и снижение активности парасимпатического отдела ВНС, связанные как с развитием общего адаптационного синдрома, так и со значительной структурной перестройкой миокарда, что обуславливает увеличение электрической нестабильности, склонность к возникновению фатальных нарушений сердечного ритма [2, 9, 10, 18], тем самым повышается риск кардиальной смерти.

Известно, что вагусное влияние понижает порог возникновения угрожающих жизни желудочковых аритмий и обеспечивает “антиаритмическую защиту”, возможно, путем снижения возбудимости кардиомиоцитов, а симпатическое, напротив, повышает этот порог, что приводит к более частым аритмическим осложнениям. Выявлено, что в остром периоде инфаркта миокарда (ИМ) наблюдается повышение тонуса симпатической нервной системы и снижение тонуса парасимпатической. В ряде исследований выявлено, что снижение вагусной активности или нарушение баланса влияний ВНС на синусовый ритм в пользу симпатического отдела, наблюдаемое уже в ранние сроки обострения ИБС, сопряжено с тяжестью заболевания и сохраняется не менее 6-12 месяцев [12, 15, 29]. Есть основания полагать, что этот дисбаланс связан с повышенным риском развития тяжелых осложнений и смерти: так, существуют свидетельства проаритмического эффекта уменьшения вагусных или повышения симпатических влияний на сердце, а также защитного действия противоположных изменений активности ВНС [10].

Исследования показали, что большинству эпизодов ишемии миокарда (61,8%) предшествовали значимые изменения тонуса ВНС (симпатической – 61,9%, парасимпатической – 38,1%). Остальные эпизоды (38,8%) возникали на фоне неизменной активности ВНС. Установлено, что повышение активности симпатической нервной системы достоверно уменьшает продолжительность эпизодов безболевой ишемии миокарда и увеличивает длительность приступов спонтанной стенокардии [4]. Органические изменения миокарда, особенно ИМ, вносят значительные изменения в регуляторные процессы автономной нервной системы вследствие развития “вегетативной денервации” сердца. Нарушение вегетативной регуляции сердечно-сосудистой системы может быть обусловлено усилением симпато-симпатических [13, 31, 32] и симпато-вагальных рефлексов [37]. Изменение геометрических свойств пораженного миокарда приводит к усилению аfferентной симпатической стимуляции вследствие механического раздражения нервных окончаний и рефлекторному ослаблению парасимпатических влияний на сердце [31]. Также снижается ответ клеток синусового узла на изменение нейрорегуляторных механизмов.

Достаточно хорошо освещен обсуждаемый в течение длительного времени вклад ВНС в генезис нарушений ритма сердца и внезапной кардиальной смерти у больных ИБС [14]. Известно, что по мере прогрессирования ИБС зоны ишемии, а также фиброза и кардиосклероза становятся более чувствительными к воздействию катехоламинов и поэтому реагируют на малейшие изменения симпатического тонуса [27]. В последние годы выявлено, что очаговые повреждения нервных волокон в желудочках сердца у больных с перенесенным ИМ могут приводить к нарушению реполяризации и, таким образом, способствовать электрической нестабильности миокарда [7, 8]. Обнаружено, что при ИМ и нестабильной стенокардии нарушения симпатической иннервации сердца превышают по площади и глубине зоны нарушенной перфузии, что объясняется большей чувствительностью нейрональных окончаний к ишемии. Предполагается, что усиление адренергических влияний на кардиомиоциты у больных с ОКС происходит вследствие снижения захвата симпатическими окончаниями сердца поступающего из кровотока норадреналина [7].

Известно, что нервная регуляция стабилизирует электрическую активность сердца. Повреждения внутрисердечных нервных волокон и ганглиев могут лежать в основе серьезных нарушений образования импульсов, проведения возбуждения и нарушения процессов реполяризации миокарда. Длительные сравнительные клинические и патологоанатомические наблюдения свидетельствуют о том, что у больных с ВКС нервные волокна часто изменены

вблизи проводящей системы сердца [20, 21]. Также встречаются очаговые повреждения нервных волокон в желудочках сердца, которые могут приводить к нарушению реполяризации и способствовать электрической нестабильности миокарда [42]. В литературе описаны связи между нервными волокнами и кардиомиоцитами, особенно расположенными вблизи проводящей системы, где в большом количестве проходят периферические нервы [22, 23, 43]. Не исключено, что поражение нервных сплетений в желудочках сердца, где определяется большое количество симпатических нервов [41], вызывают нарушения реполяризации из-за изменения адренергических нервных влияний. Вблизи синусового узла могут повреждаться как симпатические, так и парасимпатические нервные элементы, и естественно предположить, что поражения нервных волокон разной медиаторной природы будут вызывать противоположное действие.

Таким образом, эпидемиологические, клинические и морфологические данные убедительно доказывают, что регуляция ВНС является одним из наиболее важных механизмов, стабилизирующих электрическую активность сердца. А повреждения внутрисердечных нервных волокон и ганглиев у больных ИБС, могут лежать в основе серьезных нарушений ритма сердца.

Литература

1. Bojcov S.A., Nikulina N.N., Jakushin S.S. i dr. Vnezapnaja serdechnaja smert' u bol'nyh IBS: rasprostranennost', vyjavljaemost' i problemy statisticheskogo ucheta // Rossijskij kardiologicheskij zhurnal. -2011.-№2.-S.59-64.
2. Bokerija L.A., Revishvili A.Sh., Neminushhij N.M. Vnezapnaja serdechnaja smert'. - M.: GJeOTAR-media, 2011. - 272 s.
3. Vahljaev V.D., Nedostup A.V., Caregorodcev D.A. i soavt. Rol' gumoral'nyh faktorov v patogeneze aritmij serdca // Rossijskij medicinskij zhurnal. -2000.-№2.-S. 54-57
4. Dzizinskij A.A., Smirnova Ju.Ju., Beljalov F.I. Ocenka aktivnosti vegetativnoj nervnoj sistemy pri pristupe ishemii miokarda s pomoshh'ju issledovanija variabel'nosti ritma // Kardiologija. -1999.-№1.-S. 34-37.
5. Ivanov G.G., Smetnev A.S., Syrkin A.L. i dr. Osnovnye mehanizmy, principy prognoza i profilaktiki vnezapnoj serdechnoj smerti // Kardiologija.-1998.-№12.-S. 64-73
6. Kalinkin M.N., Dubrovin I.A., Chelnokov V.S. Strukturno-metabolicheskie osnovy central'nyh mehanizmov vnezapnoj serdechnoj smerti // Kardiologija. -2000.-№4.-S. 30-33
7. Nifontov E.M., Shihalev D.R., Bogachev M.I. i dr. Antiaritmicheskaja jeffektivnost' omega-3 polinenasyshennyh zhirnyh kislot u bol'nyh stabil'noj ishemicheskoy bolezni'ju serdca s zheludochkovymi narushenijami ritma // Kardiologija. - 2010.-№12.-S.:15-17.
8. Jakushin S.S., Bojcov S.A., Furmenko G.I., i dr. Vnezapnaja serdechnaja smert' u bol'nyh ishemicheskoy bolezni'ju serdca po rezul'tatam Rossijskogo mnogocentrovogo jepidemiologicheskogo issledovanija Zabolevaemosti, smertnosti, kachestva diagnostiki i lechenija ostryh form IBS (REZONANS) // Rossijskij kardiologicheskij zhurnal. -2011.-№2.-S. 59-64
9. Algra A., Tijssen J.G.P., Roelandt J.R.T.C., et al. Heart rate variability from 24-hour electrocardiography and the 2-year risk for sudden death // Circulation. -1993.- Vol. 88, №1.-P. 180-185.
10. Bernardi L., Salvucci F., Suardi R., et al. Evidence for an intrinsic mechanism regulating heart rate variability in the transplanted and the intact heart during submaximal dynamic exercise? // Cardiovasc Res. - 1990.-№24.-P. 969-981.
11. Bigger J.T., Fleiss J.L., Rolnitzky L.M., et al. Time course of recovery of heart period variability after myocardial infarction // J Am Coll Cardiol. -1991.- Vol. 18, №7.-P. 1643-1649.
12. Brown A.M., Malliani A. Spinal sympathetic reflexes initiated by coronary receptors // J Physiol. – 1971.-№212.-P. 685-705.
13. Cao J.M., Fishblin M.C., Ham J.B. et al. Relationship between regional cardiac hyperinnervation and ventricular arrhythmia // Circulation. – 2000.-Vol. 101, №16.-P. 1960-1969.
14. Casolo G.C., Stroder P., Signorini C., et al. Heart rate variability during the acute phase of myocardial infarction // Circulation. - 1992.- Vol. 85, №6.-P. 2073-2079.
15. Cerati D., Schwartz P.J. Single cardiac vagal fiber activity, acute myocardial ischemia, and risk for sudden death // Circ Res. – 1991.-№69.-P. 1389-1401.
16. Chen S.W. A wavelet-based heart rate variability analysis for the study of nonsustained ventricular tachycardia // Trans Biomed Eng. – 2002.- Vol. 49, №7.-P. 736-742.
17. Ewing D.J. Heart Rate Variability: New Risk Factor in Patients Following Myocardial Infarction // Clin Cardiol. – 1991.-№14.-P. 683-685.
18. ESC Guidelines for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST- segment elevation // European Heart Journal. – 2012.- doi:10.1093/eurheartj/ehs 215.
19. James T.N. De Subitaneis Mortibus. XXVIII. Apoplexy of the heart // Circulation. – 1978.-P. 385-391.
20. James T.N., Zipes D.P., Finegan F.E., Eisele J.W., Carter J.E. Cardiacganglionitis associated with sudden unexpected death // Ann. Intern. Med. – 1979/- №91.-P. 727-730.
21. James T. N. Cholinergic mechanisms in the sinus node with particular reference to the actions of hemicholinium // Circ. Res. – 1966.-. №19.-P. 347-357.
22. James T. N., Bear E. S., Lang K. F., Green E W., Winkler H. H. Adrenergic mechanisms in the sinus node // Arch, Intern. Med. – 1970.-№125.-P. 512-547.
23. Griffin B.P., Topol E.J. The manual of cardiovascular medicine. – LWW, 2013. – 1192.
24. Kaasik A., Ristimae T., Soopold U. The relationship between left ventricular mass and ventricular late potential in patients with myocardial infarction // J Coronary Artery Disease. – 2001.- Vol. 4, №1.-P. 60.
25. Kent K.M., Smith E.R., Redwood O.R., et al. Electrical stability of acutely ischemic myocardium. Influences of heart rate and vagal stimulation // Circulation. -1973.- Vol.47, №2.-P. 291-298.
26. Leenhardt A., Maison-Blanche P., Denjoy I. et al. Mechanism of spontaneous occurrence of tachycardia // Arch Mal Coeur Vaiss. – 1999.- Vol. 92, №1.-P. 17-22.

27. Levy M.N. Sympathetic-parasympathetic interactions in the heart // *Circ Res.* – 1971.-№29.-P. 437-445.
28. Lombardi F., Sandrone G., Pempruner S., et al. Heart rate variability as an index of sympathovagal interaction after acute myocardial infarction // *Am J Cardiol.* -1987.- Vol. 60, №16.-P. 1239-1245.
29. Lown B., Verrier R.L. Neural activity and ventricular fibrillation // *N Engl J Med.* -1976.- Vol. 294, №21.-P. 1165-1170.
30. Malfatto G., Rosen T.S., Steinberg S.F. et al. Sympathetic neural modulation of cardiac impulse initiation and repolarization in the newborn rat // *Circ Res.* – 1990.-№66.-P. 427-437.
31. Malliani A., Recordati G., Schwarz P.J. Nervous activity of afferent cardiac sympathetic fibers with atrial and ventricular endings // *J Physiol.* -1973.-№229.-P. 457-469.
32. Malliani A. Cardiovascular sympathetic afferent fibers // *Rev Physiol Biochem Pharmacol.* – 1982.-№94.-P. 11-74.
33. Malliani A., Schwartz P.J., Zanchetti A. A sympathetic reflex elicited by experimental coronary occlusion // *Am J Physiol.* – 1969.-№217.-P. 703-709.
34. Nannenbergh, E. A., Sijbrands, E. J. G., Dijkman, et al. Mortality of Inherited Arrhythmia Syndromes / *Clinical Perspective // Circulation: Cardiovascular Genetics.* – 2012.- Vol. 5, №2.-P. 183-189.
35. Osaka M., Saitoh H., Sasabe N. et al. Changes in autonomic activity preceding onset of nonsustained ventricular tachycardia // *Ann Noninvasive Electrocardiol.* – 1996.- Vol. 1, №1.-P. 3-11.
36. Schwarz P.J., Pagani M., Lombardi F., Malliani A., Brown A.M. A cardio-cardiac sympatho-vagal reflex in the cat // *Circ Res.* – 1973.-№32.-P. 215-220.
37. Saul J.P., Berger R.D., Albrecht P., Stein S.P., Chen M.N., Cohen R.J. Transfer function analysis of the circulation: Unique insights into cardiovascular regulation // *Am J Physiol.* – 1991.-№261.-P. 1231-1245.
38. Schwartz P.J., Vanoli E., Stramba-Badiale M., De Ferrari G.M., Billman G.E., Foreman R.D. Autonomic mechanisms and sudden death. New insights from analysis of baroreceptor reflexes in conscious dogs with and without a myocardial infarction // *Circulation.* – 1988.- Vol. 78, №4.-P. 969-979.
39. Schwarz P.J., Pagani M., Lombardi F., Malliani A., Brown A.M. A cardio-cardiac sympatho-vagal reflex in the cat // *Circ Res.* – 1973.-№32.-P. 215-220.
40. Shvaley V.N., Stropus R.A., Abraytis R.I., et al. Ultrastructural and histochemical studies of the cardiac nervous system and the hypothalamohypophyseal-adrenal system in sudden cardiac death. In: *Sudden Cardiac Death, Proceedings of the Third USA-USSR Joint Symposium, Kaunas, USSR, June 29-July 1, 1982.* Washington, D.C.: U.S. Department of Health & Human Services, Public Health Service, National Institutes of Health. // DNEW Publication no. (NIH) 84-1604.- 1984.- P. 115-139.
41. Third Universal Definition of Myocardial Infarction // *European Heart Journal.* – 2012.- doi:10.1093/eurheartj/ehs 184.
42. Urthaler F., Katholi C.R., Macy J., James T.N. Electrophysiological and mathematical characteristics of the escape rhythm during complete AV block // *Cardiovasc. Res.* - 1974.-№8.-P. 173-186.

DOI: 10.18454/IRJ.2016.47.176

Малев А.Л.¹, Захарова А.Н.², Калиберденко В.Б.³, Кузнецов Э.С.⁴¹ ORCID: 0000-0002-3126-1997 кандидат медицинских наук, доцент, ² ORCID: 0000-0001-6243-3360 кандидат медицинских наук, доцент, ³ ORCID: 0000-0003-1693-3190, кандидат медицинских наук, доцент⁴ ORCID: 0000-0001-8309-7810, ассистент, Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского**ВЫРАЖЕННОСТЬ КОГНИТИВНЫХ РАССТРОЙСТВ ПРИ ЭПИЛЕПСИИ И СИМПТОМАТИЧЕСКИХ ЭПИЛЕПТИЧЕСКИХ СИНДРОМАХ***Аннотация*

У больных с эпилепсией и эпилептическими синдромами проведен сравнительный анализ когнитивных расстройств. Установлено, что выраженность когнитивных расстройств при эписиндромах у пациентов идущих на медико-социальную экспертную комиссию растет в следующем порядке: 1) идиопатическая эпилепсия (соответствует легким когнитивным расстройствам); 2) эписиндром алкогольного генеза, в результате черепно-мозговой травмы и нейрохирургический постоперационный эписиндром, соответствуют умеренным когнитивным расстройствам; 3) эписиндром при цереброваскулярной патологии, соответствует легкой деменции.

Ключевые слова: эпилепсия, эпилептический синдром, когнитивные расстройства, личностный профиль, личность.

Malev A.L.¹, Zakharova A.N.², Kaliberdenko V.B.³, Kuznetsov E.S.⁴¹ MD, Associate professor; ² MD, Associate professor; ³ MD, Associate professor, ⁴ Professor assistant, V.I. Vernadsky Crimean Federal University**INTENSITY OF COGNITIVE DISORDERS IN EPILEPSY AND SYMPTOMATIC EPILEPSY SYNDROME***Abstract*

In patients with epilepsy and epileptic syndromes, the comparative analysis of the cognitive disorders was performed. It was found that the severity of cognitive impairment in patients with epileptic syndrome going to the medical and social expert commission increases in the following order: 1) idiopathic epilepsy (corresponding to mild cognitive impairment); 2) epileptic syndrome alcoholic origin, as a result of traumatic brain injury and post-operative neurosurgical epileptic syndrome correspond to mild cognitive impairment; 3) epileptic syndrome at cerebrovascular pathology corresponds to mild dementia.

Keywords: epilepsy, epileptic syndrome, cognitive disorders, personality profile, personality.

Актуальность

Наличие когнитивных расстройств является одним из неотъемлемых аспектов в эпилептологии. В то же время невропатологами, занимающимися лечением эпилепсии, нередко эти расстройства недооцениваются.

Игнорирование данных расстройств в дальнейшем может приводить к их усугублению, снижению социальной адаптации и качества жизни, усугубляя инвалидизацию пациентов. Вопрос о влиянии эпилепсии на когнитивные функции привлекал внимание исследователей еще в конце XIX – начале XX в, что связано с именами В.М. Бехтерева, Э. Крепелина, А.Н. Бернштейна [1].

В ходе эпидемиологических исследований было установлено, что распространенность эпилепсии в Российской Федерации составляет 2,98 на 1000 населения [2]. При этом симптоматический эпизиндром встречается в 46-58% случаев эпилепсии, однако, принимая во внимание неясную этиологию криптогенных форм заболевания, которые, вероятнее всего так же являются симптоматическими, этот показатель может достигать 80% [3,4].

Как было показано ранее, весомый вклад в развитие когнитивных расстройств, помимо эпилепсии, вносят черепно-мозговые травмы и цереброваскулярная патология [5-8], в связи с чем особый интерес представляет исследование особенностей когнитивных расстройств у пациентов с различными этиопатогенетическими факторами, приводящими к эпилептическим пароксизмам.

Одними из наиболее частых причин развития когнитивных расстройств в эпилептологии являются идиопатические и симптоматические эпилепсии цереброваскулярного, посттравматического, алкогольного и нейрохирургического постоперационного генеза.

По данным ряда исследователей, цереброваскулярная патология является одним из самых частых факторов риска развития симптоматической эпилепсии. Так, например, в клинической картине острых нарушений мозгового кровообращения (ОНМК) в 10-25% отмечается эпилептический синдром, который значительно утяжеляет клиническую картину заболевания и ведет к ухудшению качества жизни больных. Считается, что 30% впервые диагностируемых эпилептических приступов у пациентов старше 60 лет возникают после инсульта, а причиной 40% случаев эпилепсии с поздним дебютом является цереброваскулярная патология [9]. Также исследования последних лет показали, что частым последствием, до 17% случаев черепно-мозговых травм является посттравматическая эпилепсия [10], при этом эпилептические пароксизмы в 15-20% случаев развиваются и у пациентов после нейрохирургических операций [11,12]. Алкогольная эпилепсия, дебютирующая, как правило, в первые дни похмельного абстинентного синдрома, в дебюте или во время алкогольного делирия, связана со снижением судорожного порога вследствие длительной интоксикации, обменного дисбаланса и алкогольной энцефалопатией [13,14].

Объект исследования: пациенты с когнитивными расстройствами вследствие идиопатической эпилепсии и эпизиндромом алкогольного, цереброваскулярного, посттравматического и нейрохирургического постоперационного генеза, идущие на МСЭК с целью оценки когнитивных расстройств, как дополнительного фактора группы инвалидности.

Предмет исследования: психометрические показатели когнитивных расстройств у пациентов с идиопатической эпилепсией и эпизиндромом алкогольного, цереброваскулярного, посттравматического, нейрохирургического постоперационного генеза.

Цель исследования: оценить выраженность когнитивных расстройств у пациентов с идиопатической эпилепсией и эпизиндромом алкогольного, цереброваскулярного, посттравматического и нейрохирургического постоперационного генеза.

Материалы и методы исследования: клинические исследования проводились с апреля по декабрь 2015 года на базе ГБУЗ РК РПБ №1. Клинико-анамнестически, клинико-психопатологически, психометрически (шкала MMSE, FAB, таблица Шульте, тест рисования часов) обследовано 76 пациентов мужского пола, которые в соответствии с этиологической принадлежностью эпилептического синдрома были разделены на 5 групп: с идиопатической эпилепсией (22 пациента, средний возраст - 37,3 лет); с эпизиндромом алкогольного генеза (11 пациентов, средний возраст - 44,5 лет); с эпизиндромом вследствие перенесенной черепно-мозговой травмы (23 пациента, средний возраст - 45 лет); с эпизиндромом нейрохирургического постоперационного генеза (10 пациентов, средний возраст – 43 года); с эпизиндромом вследствие цереброваскулярной патологии (10 пациентов, средний возраст – 48,2 года). Полученные данные обработаны непараметрическими статистическими методами для малых групп (Anova – Краскела-Уолиса), U-тест Мана-Уитни).

Результаты исследования.

Результаты графического дисперсионного анализа зависимости результатов психометрических методик от этиологической принадлежности эпилептического синдрома, представленные на рисунке 1, показали, что выраженность когнитивных расстройств по шкале MMSE в зависимости от этиологии судорожного синдрома растет в следующем порядке: 1) идиопатическая эпилепсия (средний балл соответствует легким когнитивным расстройствам); 2) эпизиндром алкогольного генеза, в результате черепно-мозговой травмы и нейрохирургический постоперационный эпизиндром, средний балл которых соответствует умеренным когнитивным расстройствам; 3) эпизиндром при цереброваскулярной патологии, средний балл при котором соответствует легкой деменции, что согласуется с полученными ранее данными по деменциям различной этиологии [5-8]. При этом обнаружена достоверная разница у пациентов с идиопатической эпилепсией по данному показателю с посттравматической эпилепсией ($p=0,0309$) и цереброваскулярным эпизиндромом ($p=0,0371$). Относительная же сохранность пациентов с идиопатической эпилепсией, очевидно, объясняется меньшим, по сравнению с другими группами, количеством этиопатогенетических факторов.

По результатам графического дисперсионного анализа зависимости балла шкалы FAB от этиологического фактора когнитивных расстройств, можно заключить, что расстройства лобных функций незначительны у пациентов с идиопатической эпилепсией, а при симптоматических эпизиндромах более выражены и находятся приблизительно на равном уровне, что согласуется с данными по шкале MMSE.

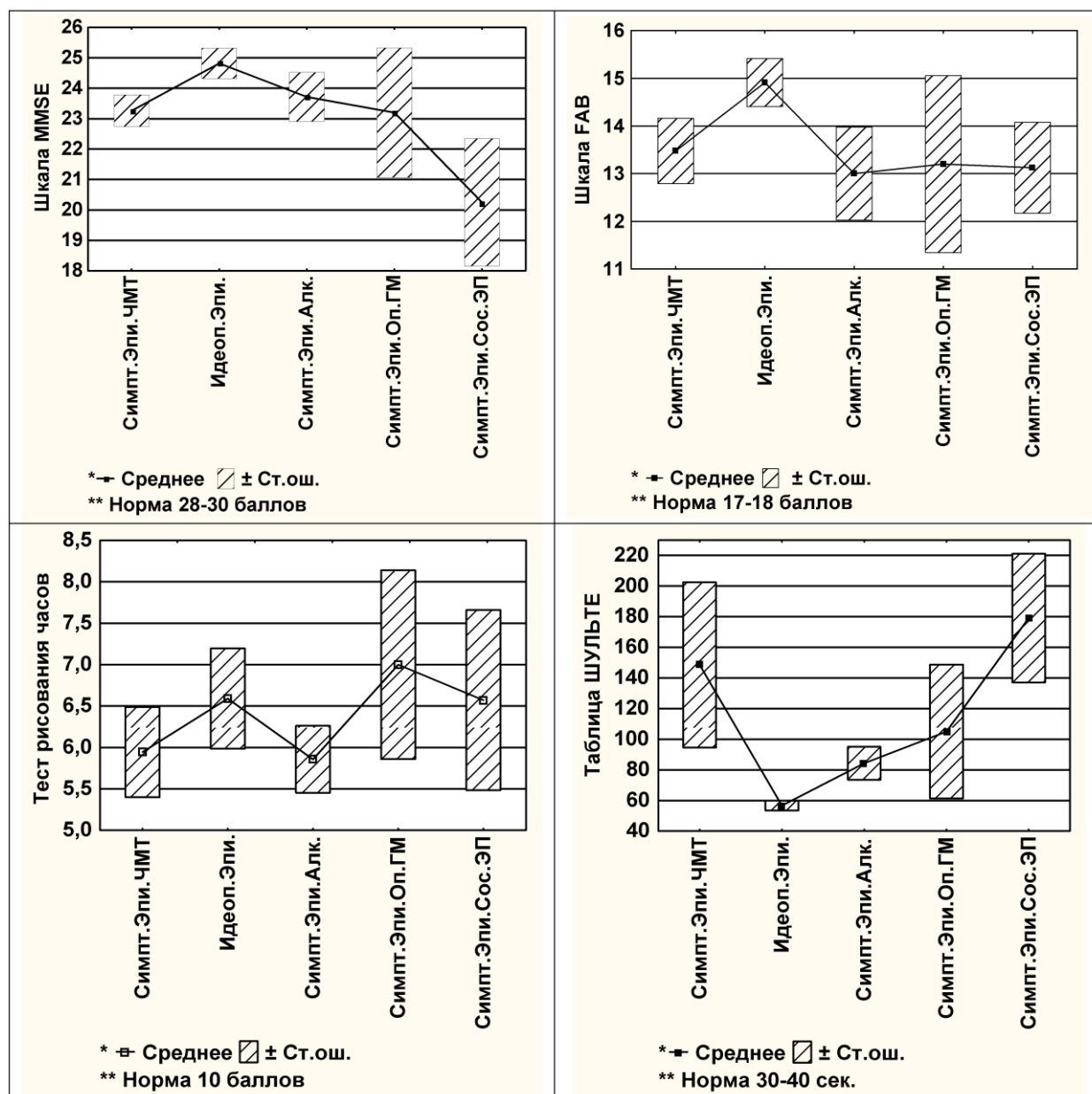


Рис. 1 – Графический дисперсионный анализ зависимости результатов психометрических методик от этиологической принадлежности эпилептического синдрома

Расстройства внимания и соответственно увеличение времени на таблицу Шульте растут в следующем порядке: 1) идиопатическая эпилепсия (средний балл соответствует легким когнитивным расстройствам); 2) эписиндромом алкогольного генеза; 3) нейрохирургический постоперационный эписиндром; 4) посттравматическая эпилепсия; 5) цереброваскулярный эписиндромом, что в целом повторяет обнаруженные тенденции по когнитивным расстройствам, фиксируемым шкалой MMSE. При этом у пациентов с идиопатической эпилепсией обнаружена достоверная разница в выраженности расстройств внимания с посттравматической эпилепсией ($p=0,0004$), цереброваскулярным эписиндромом ($p=0,0216$), а также с алкогольным эписиндромом ($p=0,0041$).

Результаты графического дисперсионного анализа зависимости балла по тесту рисования часов, отвечающего за конструктивный гнозис и праксис, от этиологической принадлежности эписиндрома, свидетельствуют о наиболее значительном снижении зрительно-пространственного гнозиса и конструктивного праксиса в группе пациентов с эписиндромом алкогольного генеза и вследствие перенесенной черепно-мозговой травмы.

Таким образом, результаты исследований показывают, что все симптоматические эпилепсии определяются более тяжелым характером когнитивных расстройств, чем идиопатическая эпилепсия, что, вероятно, обусловлено большим количеством этиопатогенетических факторов, влияющих на когнитивные функции этих пациентов.

Выводы

1) Обнаружено, что выраженность когнитивных расстройств в зависимости от этиологии судорожного синдрома растет в следующем порядке: 1) идиопатическая эпилепсия; 2) эписиндромы алкогольного посттравматического и нейрохирургического постоперационного генеза; 3) цереброваскулярный эписиндром, на который можно рекомендовать обращать внимание клиницистам в первую очередь.

2) Когнитивные расстройства при симптоматической эпилепсии носят более тяжелый характер, чем при идиопатической эпилепсии, и также больше сопряжены с лобными дисфункциями.

Литература

1. Б.А. Казаковец. Психические расстройства при эпилепсии. – М.: Амипресс. 1999. – С. 416.
2. Е.И.Гусева. А.Б. Гехт. Эпидемиология эпилепсии в Российской Федерации - Современная epileptologia. АПКППРО, 2011 - С. 77-85.
3. Л.Ю. Глухова, К.Ю. Мухин, А.С. Петрухин, М.Б. Миронов. Топамакс в лечении симптоматической лобной эпилепсии // Журнал невропатологии и психиатрии – 2003. - №12. - С. 51-52.
4. М.Я. Киссин. Эпилепсия // Детская психиатрия. Учебник для вузов / Под ред. Э.Г. Эйдемиллера. – СПб.: Питер. 2005. – С.427-472.
5. Малев А.Л. Сравнительный психометрический анализ деменций сосудистой, травматической и эпилептической этиологии // Таврический журнал психиатрии. – 2012. – Т. 16, № 4 (61). – С. 37–46.
6. Вербенко В.А., Малев А.Л., Захарова А.Н. Особенности выраженности когнитивных расстройств при деменциях сосудистой, травматической и эпилептической этиологии // Таврический журнал психиатрии. – 2013. – Т. 17, № 2 (63). – С. 14.
7. Малев А.Л. Захарова А.Н., Товажнянская Е.Л., Калиберденко В.Б. Сравнительный психометрический анализ когнитивных расстройств вследствие сосудистых заболеваний головного мозга // Медична психологія. - 2014. –Т. 2, № 1 (33). – С. 113-118.
8. Малев А.Л. Сравнительный психометрический анализ когнитивных расстройств и деменций вследствие черепно-мозговых травм и эпилепсии // Психічне здоров'я. - 2012. - № 4 (37). – С. 28 – 32.
9. Е.К. Муромцева. Факторы риска развития постинсультной эпилепсии // Аспирантский вестник Поволжья. – 2013. - №5-6. – С.48-50.
10. А.А. Зуйкова, В.В. Емельянова. Особенности эпилепсии и пароксизмальных состояний в отдаленном периоде перенесенных черепно-мозговых травм // журнал эпилепсия и пароксизмальные состояния. – 2013. – Т.5.№2. – С.18-20.
11. Hennessy M. J. Failed surgery for epilepsy study of persistence and recurrence seizures following temporal resection / Hennessy M. J., Elwes R. D., Binnie C. D. // Brain. — 2000. — Vol. 123. — P. 2445—2466.
12. Postoperative epilepsy: a double-blind trial of phenytoin after craniotomy / [North I. B., Penhall R. K., Hanieh A., et al.] // Lancet. — 1980. — Vol. 1. — P. 384—386
13. В.М. Бехтерев. Алкоголь и эпилепсия - М.: Медицина 1988.
14. И.Н Пятницкая, А.А. Портнов Клиника алкоголизма – СПб.:Медицина 1971. – С.263-268.

References

1. B.A. Kazakovec. Psihicheskie rasstrojstva pri jepilepsii. – M.: Amipress. 1999. – S. 416.
2. E.I.Guseva. A.B. Geht. Jepidemiologija jepilepsii v Rossijskoj Federacii - Sovremennaja jepileptologija. APKIPPRO, 2011 - S. 77-85.
3. L.Ju. Gluhova, K.Ju. Muhin, A.S. Petruhin, M.B. Mironov. Topamaks v lechenii simptomaticheskoy lobnoj jepilepsii // Zhurnal nevropatologii i psihiatrii – 2003. - №12. - S. 51-52.
4. M.Ja. Kissin. Jepilepsija // Detskaja psihiatrija. Uchebnik dlja vuzov / Pod red. Je.G. Jejdemillera. – SPb.: Piter. 2005. – S.427-472.
5. Malev A.L. Sravnitel'nyj psihometricheskij analiz demencij sosudistoj, travmaticheskoy i jepilepticheskoy jetiologii // Tavricheskij zhurnal psihiatrii. – 2012. – Т. 16, № 4 (61). – С. 37–46.
6. Verbenko V.A., Malev A.L., Zaharova A.N. Osobennosti vyrazhennosti kognitivnyh rasstrojstv pri demencijah sosudistoj, travmaticheskoej i jepilepticheskoy jetiologii // Tavricheskij zhurnal psihiatrii. – 2013. – Т. 17, № 2 (63). – С. 14.
7. Malev A.L. Zaharova A.N., Tovazhnjanskaja E.L., Kaliberdenko V.B. Sravnitel'nyj psihometricheskij analiz kognitivnyh rasstrojstv vsledstvie sosudistyh zabojevanij golovnog mozga // Medichna psihologija. - 2014. –Т. 2, № 1 (33). – S. 113-118.
8. Malev A.L. Sravnitel'nyj psihometricheskij analiz kognitivnyh rasstrojstv i demencij vsledstvie cherepno-mozgovyh travm i jepilepsii // Psihichne zdorov'ja. - 2012. - № 4 (37). – S. 28 – 32.
9. E.K. Muromceva. Faktory riska razvitija postinsul'noj jepilepsii // Aspirantskij vestnik Povolzh'ja. – 2013. - №5-6. – S.48-50.
10. A.A. Zujkova, V.V. Emel'janova. Osobennosti jepilepsii i paroksizmal'nyh sostojanij v otdalennom periode perenesennyh cherepno-mozgovyh travm // zhurnal jepilepsija i paroksizmal'nye sostojanija. – 2013. – Т.5.№2. – S.18-20.
11. Hennessy M. J. Failed surgery for epilepsy study of persistence and recurrence seizures following temporal resection / Hennessy M. J., Elwes R. D., Binnie C. D. // Brain. — 2000. — Vol. 123. — P. 2445—2466.
12. Postoperative epilepsy: a double-blind trial of phenytoin after craniotomy / [North I. B., Penhall R. K., Hanieh A., et al.] // Lancet. — 1980. — Vol. 1. — P. 384—386
13. V.M. Behterev. Alkogol' i jepilepsija - M.: Medicina 1988.
14. I.N Pjatnickaja, A.A. Portnov Klinika alkogolizma – SPb.:Medicina 1971. – S.263-268.

DOI: 10.18454/IRJ.2016.47.200

Плотникова А.В.¹, Кудрин Р.А.², Хвастунова И.В.³, Будников М.Ю.⁴¹ORCID: 0000-0002-5352-3863, Аспирант; ²ORCID: 0000-0002-0022-6742 Доктор медицинских наук, Профессор;³Кандидат медицинских наук, Доцент, ⁴Кандидат психологических наук, Доцент

Волгоградский государственный медицинский университет

ТИПОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ БИОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ГОЛОВНОГО МОЗГА И ВЕГЕТАТИВНОГО СТАТУСА У ЛИЦ С РАЗНЫМ ХРОНОТИПОМ**Аннотация**

Влияние биоритмологических особенностей человека на его физиологический статус представляет собой большой интерес не только для хронофизиологии, но и для многих разделов клинической и фундаментальной медицины. На сегодняшний день данный вопрос является недостаточно изученным и оставляет обширное поле для научных изысканий. Цель данного исследования – установить закономерности влияния биоритмологических особенностей на биоэлектрическую активность головного мозга и вегетативный статус человека.

По результатам электроэнцефалографии выявлено, что у лиц, принадлежащих к чётко выраженному вечернему хронотипу, отмечается на 47,7 % большая выраженность высокочастотного бета-ритма в центральных отведениях, чем у лиц со слабо выраженным вечерним хронотипом. По данным кардиоинтервалографии со спектральным анализом сердечного ритма обнаружено, что общая мощность спектра сердечного ритма, а также мощность спектра в сверхнизкочастотном диапазоне в группе аритмичного хронотипа выше, чем в группе слабо выраженного вечернего хронотипа на 54,6 % и 54,95 %, соответственно.

Основываясь на физиологической интерпретации результатов электроэнцефалографии и кардиоинтервалографии можно сделать выводы о стрессоустойчивости и состоянии регуляторных систем у лиц, принадлежащих к тому или иному хронотипу. Полученные данные предполагается использовать в практике профессионального отбора лиц в профессии, которые предполагают посменный график работы, а также наличие психоэмоционального стресса, учитывая принадлежность кандидатов к тому или иному хронотипу.

Ключевые слова: хронотип, биоэлектрическая активность головного мозга, вегетативный статус.

Plotnikova A. V.¹, Kudrin R. A.², Khvastunova I. V.³, Budnikov M. Y.⁴¹ORCID: 0000-0002-5352-3863, Postgraduate student; ²ORCID: 0000-0002-0022-6742, Doctor of Medical Sciences, Professor; ³Candidate of Medical Sciences, Associate professor, ⁴Candidate of Medical Sciences, Associate professor,

Volgograd State Medical University

TYPOLOGICAL FEATURES OF BIOELECTRICAL ACTIVITY OF THE BRAIN AND VEGETATIVE STATUS IN THE PERSONS WITH DIFFERENT CHRONOTYPES**Abstract**

The influence of the individual biorhythmic features on the physiologic state causes a great interest at the different fields of medicine. Nowadays such subject is insufficiently studied and represents a great field for researches. Research purpose is to determine the influence of biorhythmic features on the bioelectrical activity of the brain and vegetative status.

By the results of electroencephalography in the group of accurately expressed evening chronotype it has been revealed 47,7 % greater severity of high-frequency beta-rhythm in the central leads in comparison with group with the poorly expressed evening chronotype. By the results of cardiointervalography with spectral analysis of heart rate the group with the arrhythmic chronotype is characterized by the presence by 54,6 % higher level of all components of spectrum, and by 54,95 % higher level of power of very low-frequency waves in comparison with group of the accurately expressed evening chronotype.

By the results of the electroencephalography and cardiointervalography we can draw a conclusions about stress-resistance and about condition of regulatory systems in the groups with different chronotypes. We can use such results in the professional selection practice, considering the chronotype, in the professions with stressful work, and work on turns.

Key words: chronotype, bioelectrical activity of the brain, vegetative state.

Проблема влияния биоритмологических особенностей на физиологические параметры человека актуальна для многих разделов современной медицины, а также для психологии, эргономики и организации труда. Изучение индивидуального биоритмологического статуса позволяет определить, в какое время суток человек, принадлежащий к тому или иному хронотипу, максимально активен и способен выполнять свою профессиональную деятельность наиболее эффективно и с наименьшим количеством ошибок, а также выявить лиц, наиболее приспособленных к посменной организации труда [1, 2]. Это имеет важное значение для профессий, связанных с риском и ответственностью за жизни людей, где малейшая ошибка может стать фатальной. Таким образом, появляется возможность пересмотреть и дополнить существующие критерии профотбора, учитывая биоритмологические особенности человека.

Интенсивные интеллектуальные, информационные и сенсорные нагрузки требуют значительного напряжения функциональных резервов организма, что проявляется в дисфункции и физиологических сдвигах ведущих сопряжённых систем [3]. Как известно, система кровообращения является чувствительным индикатором адаптационных реакций целостного организма, поэтому вариабельность синусового ритма хорошо отражает степень напряжения регуляторных систем [4]. Изучение вегетативного статуса позволяет оценить вклад того или иного отдела вегетативной нервной системы в регуляцию сердечного ритма, что, в свою очередь, позволяет делать выводы о состоянии механизмов адаптации [5], а также косвенно прогнозировать стрессоустойчивость данного человека. Эти факты могут иметь колоссальное значение при профессиональном отборе лиц на целый ряд профессий, предполагающих наличие психоэмоционального стресса и внештатных ситуаций [6].

Цель. Установить закономерности влияния биоритмологических особенностей на биоэлектрическую активность головного мозга и вегетативный статус человека.

Методика исследования. В исследовании принимали участие 47 человек. На момент обследования все участники исследования были в возрасте от 18 до 25 лет. По данным предварительного медицинского осмотра все обследованные были признаны относительно здоровыми.

Для определения хронотипа использовалась анкета Остберга в модификации С. И. Степановой (1989) [7].

Биоэлектрическая активность головного мозга оценивалась по данным электроэнцефалографии с использованием международной схемы установки электродов «10-20 %» [8]. Для регистрации ЭЭГ использовался 8-канальный электроэнцефалограф «Нейрон-Спектр-1» производства ООО «Нейрософт» (Россия, Иваново) с программным обеспечением «Нейрон-Спектр». Запись фоновой ЭЭГ проводилась в затемнённом помещении в состоянии релаксации, в положении сидя, с закрытыми глазами. В каждом отведении оценивалась частота, амплитуда и индекс ЭЭГ-ритмов.

Исходные особенности вегетативного статуса определялись методом кардиоинтервалографии (КИГ) по данным спектрального анализа сердечного ритма [3, 9]. По параметрам синусового ритма оценивалось состояние адаптационно-приспособительных механизмов организма.

Результаты исследования и обсуждение.

Все участники исследования по результатам теста Остберга были разделены на четыре группы: 1) слабо выраженный утренний хронотип; 2) аритмичный хронотип; 3) слабо выраженный вечерний хронотип; 4) чётко выраженный вечерний хронотип.

Наибольшее количество обследуемых составили лица с аритмичным хронотипом – 72,3 %. 19,14 % обследуемых составили лица со слабо выраженным вечерним хронотипом. По 4,25 % пришлось на лиц со слабо выраженным утренним и с чётко выраженным вечерним хронотипом.

Распределение в выделенных группах отличалось от нормального на основании значений эксцесса и асимметрии, которые значительно отклонялись от нуля. В связи с этим, а также на основании небольшого количества обследованных лиц для выявления достоверности различий между группами был использован U-критерий Манна-Уитни. Данный показатель, являясь непараметрическим критерием, предназначен для оценки различий между малыми выборками по уровню количественного признака, когда $n_1, n_2 \geq 3$ или $n_1=2, n_2 \geq 5$.

В табл. 1 представлены результаты теста Остберга на выявление принадлежности обследуемых к тому или иному хронотипу.

Таблица 1. Различия по результату теста Остберга в группах с разным хронотипом (U-критерий Манна-Уитни)

Хронотип	Слабо выраженный утренний хронотип $M \pm m$ ($n=2$)	Аритмичный хронотип $M \pm m$ ($n=34$)	Слабо выраженный вечерний хронотип $M \pm m$ ($n=9$)	Чётко выраженный вечерний хронотип $M \pm m$ ($n=2$)
Показатели теста Остберга				
Итоговый результат теста, баллы	84,0 \pm 1,00*	67,0 \pm 0,95**	51,6 \pm 1,42***	33,0 \pm 6,00

* Достоверные различия с группой аритмичного хронотипа ($p \leq 0,05$).

** Достоверные различия с группой слабо выраженного вечернего хронотипа ($p \leq 0,05$).

*** Достоверные различия с группой чётко выраженного вечернего хронотипа ($p \leq 0,05$).

Как следует из табл. 1, итоговый результат теста Остберга в группе слабо выраженного утреннего хронотипа оказался на 20,24 % достоверно больше, чем в группе аритмичного хронотипа ($p \leq 0,05$). В группе аритмичного хронотипа соответствующий результат на 22,98 % достоверно больше, чем в группе слабо выраженного вечернего хронотипа, а в группе чётко выраженного вечернего хронотипа – на 36 % достоверно меньше, чем в группе слабо выраженного вечернего хронотипа ($p \leq 0,05$).

Таким образом, результат теста Остберга на определение принадлежности к тому или иному хронотипу значительно снижается при переходе от группы слабо выраженного вечернего хронотипа к группе чётко выраженного вечернего хронотипа, менее значительно снижается при переходе от группы аритмичного хронотипа к группе слабо выраженного вечернего хронотипа. Наименее существенное снижение итогового результата теста Остберга наблюдалось при переходе от группы слабо выраженного утреннего хронотипа к группе аритмичного хронотипа. Обнаруженные достоверные различия между хронотипами позволили использовать выделенные группы при дальнейшем анализе.

На следующем этапе исследования нами проводился спектральный анализ сердечного ритма у лиц с разным хронотипом (табл. 2).

Таблица 2. Различия показателей кардиоинтервалографии в группах обследованных с разным хронотипом (U-критерий Манна-Уитни)

Хронотип Параметры КИГ	Слабо выраженный утренний хронотип M±m (n=2)	Аритмичный хронотип M±m (n=34)	Слабо выраженный вечерний хронотип M±m (n=9)	Чётко выраженный вечерний хронотип M±m (n=2)
Total Power (TP), мс ²	8569,0±4468,00	11873,0±2235,90**	5387,9±1749,18	11979,0±527,00
Very Low Frequency (VLF), мс ²	1535,0±98,00	3182,2±406,76**	1433,6±294,80	5066,5±2762,50
Low Frequency (LF), мс ²	2164,5±1374,50	3507,1±570,63	1661,1±557,88	2926,5±730,50
High Frequency (HF), мс ²	4870,0±2995,00	5183,8±1476,17	2336,7±1092,57	3986,5±2559,50
Low Frequency normalized (LF norm), n.u.	30,3±0,70	46,4±2,71	51,5±4,76	48,2±12,40
High Frequency normalized (HF norm), n.u.	69,7±0,70	53,5±2,71	48,4±4,76	51,8±12,40
LF/HF	0,4±0,01	1,1±0,16	1,2±0,24	1,0±0,49
% VLF	23,7±11,25	31,3±2,01	36,7±5,97	43,4±25,00
% LF	23,2±3,90	31,6±1,85	31,4±2,93	24,2±5,00
% HF	53,0±7,30	36,5±2,40	31,8±5,13	32,4±19,90
Cardio-respiratory synchronization (KRS)	4,3±0,89	5,8±0,43	7,6±1,09	5,1±1,99

** Достоверные различия с группой слабо выраженного вечернего хронотипа ($p \leq 0,05$).

Как следует из табл. 2, в группе аритмичного хронотипа суммарная мощность всех компонентов спектра (TP) на 54,6 % выше, а показатель, характеризующий медленные волны 2-го порядка (VLF), на 54,95 % выше соответствующих показателей в группе слабо выраженного вечернего хронотипа ($p \leq 0,05$).

По нашему мнению, увеличение мощности всех компонентов спектра, и, в частности, мощности сверхнизкочастотных волн (VLF), может указывать на то, что в группе аритмичного хронотипа наибольший вклад в регуляцию сердечного ритма вносит симпатический отдел вегетативной нервной системы, что, в свою очередь, может говорить о напряжённом состоянии регуляторных систем и меньшей устойчивости к психоэмоциональному стрессу в сравнении с группой слабо выраженного вечернего хронотипа.

На следующем этапе исследования нами оценивалась биоэлектрическая активность головного мозга у лиц с разным хронотипом (табл. 3).

Таблица 3. Показатели биоэлектрической активности головного мозга в группах обследованных с разным хронотипом (U-критерий Манна-Уитни)

Хронотипы			Слабо выраженный утренний хронотип M±m (n=2)	Аритмичный хронотип M±m (n=34)	Слабо выраженный вечерний хронотип M±m (n=9)	Чётко выраженный вечерний хронотип M±m (n=2)
Ритмы ЭЭГ	Отведения	Показатели ЭЭГ				
Бета-ритм (ВЧ)	Централь- ные	частота, Гц	23,5±2,45	22,2±0,61	22,6±0,68	25,1±4,05
		амплитуда, мкВ	0,4±0,09	0,4±0,02	0,4±0,03	0,6±0,07
		индекс, %	3,5±0,50	3,5±0,37	3,4±0,44***	6,5±0,50

*** Достоверные различия с группой чётко выраженного вечернего хронотипа ($p \leq 0,05$).

Как следует из табл. 3, среднее значение индекса высокочастотного бета-ритма в центральных отведениях в группе чётко выраженного вечернего хронотипа на 47,7 % достоверно больше, чем в группе слабо выраженного вечернего хронотипа ($p \leq 0,05$).

Как известно, выраженность бета-ритма возрастает при предъявлении нового неожиданного стимула, в ситуации внимания, при умственном напряжении, эмоциональном возбуждении, что может косвенно указывать на напряжённое состояние механизмов адаптации у представителей группы чётко выраженного вечернего хронотипа. Также, по данным некоторых авторов [10, 11, 12], бета-ритм может опосредованно отражать состояние вегетативной нервной

системы. В исследованиях указанных авторов неоднократно отмечалось, что при возрастании активности симпатического отдела, вызванного острым или хроническим стрессом, наряду с характерными изменениями показателей вариабельности сердечного ритма возрастает и выраженность бета-ритмов. Таким образом, можно предположить, что лица, принадлежащие к группе чётко выраженного вечернего хронотипа, обладают наименьшей устойчивостью к воздействию стрессовых факторов.

Заключение. В данном исследовании было выявлено, что лица, принадлежащие к аритмичному хронотипу, составляют максимальный процент среди обследованных (72,3 %). В то время как лица со слабо выраженным вечерним хронотипом составили 19,14 % обследуемых, а лица со слабо выраженным утренним и с чётко выраженным вечерним хронотипом — по 4,25 %, соответственно.

По результатам спектрального анализа сердечного ритма в группах лиц с разным хронотипом, было выявлено, что в группе аритмичного хронотипа суммарная мощность всех компонентов спектра (TP) на 54,6 % достоверно выше, а показатель, характеризующий мощность спектра в очень низкочастотном диапазоне (VLF), на 54,95 % достоверно выше соответствующих показателей в группе слабо выраженного вечернего хронотипа.

У лиц, принадлежащих к чётко выраженному вечернему хронотипу, отмечается на 47,7 % большая выраженность высокочастотного бета-ритма в центральных отведениях, чем у лиц со слабо выраженным вечерним хронотипом.

Литература

1. Бодров В. А. Актуальные проблемы психологии труда, инженерной психологии и эргономики. Выпуск 3. — М.: Институт психологии РАН, 2012. — 400 с.
2. Волчек О. Д. Геокосмос и человек: монография. — СПб.: Изд-во РГПУ им. А. И. Герцена, 2006. — 332 с.
3. Тебеннова К. С., Ильясова Б. И., Заркенова Ж. Т., Заркенова Л. С. Функциональное состояние системы кровообращения у работников видеодисплейных терминалов в динамике смены / К. С. Тебеннова, Б. И. Ильясова, Ж. Т. Заркенова, Л. С. Заркенова // Успехи современного естествознания. — 2015. — № 1-3. — С. 382.
4. Баевский Р. М., Иванов Г. Г., Чирейкин Л. В. и др. Анализ вариабельности сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем (часть 1) / Р. М. Баевский, Г. Г. Иванов, Л. В. Чирейкин и др. // Вестник аритмологии. — 2002. — № 24. — С. 9.
5. Кириячков Ю. Ю., Хмелевский Я. М., Воронцова Е. В. Компьютерный анализ вариабельности сердечного ритма: методики, интерпретация, клиническое применение / Ю. Ю. Кириячков, Я. М. Хмелевский, Е. В. Воронцова // Анестезиология и реаниматология. — 2000. — № 2. — С. 56.
6. Фугелова Т. А. Инженерная психология. — Тюмень: ТюмГНГУ, 2010. — 304 с.
7. Степанова С. И. Биоритмологические аспекты проблемы адаптации. — М.: Наука, 1989. — 239 с.
8. Зенков Л. Р. Клиническая электроэнцефалография (с элементами эпилептологии). Руководство для врачей. — М.: МЕДпрессинформ, 2012. — 356 с.
9. Березный Е. А., Рубин А. М., Утехина Г. А. Практическая ритмография. — СПб.: НПП «Нео», 2005. — 139 с.
10. Украинцева Ю. В. Психофизиологическая характеристика лиц с различной стрессоустойчивостью / Ю. В. Украинцева, М. Н. Русалова // Успехи физиологических наук. — 2006. — № 2 (Т. 37). — С. 19.
11. Ходырев Г. Н., Циркин В. И. Параметры основных ритмов ЭЭГ в фолликулярную и лютеиновую фазы менструального цикла / Г. Н. Ходырев, В. И. Циркин // Вестник Нижегородского университета им. Н. И. Лобачевского. — 2012. — № 6 (1). — С. 76.
12. Seo S.-H., Lee J.-T. Stress and EEG // Marius Crisan. Convergence and Hybrid Information Technologies / Croatia: INTECH. — 2010. — P. 413.

References

1. Bodrov V. A. Aktual'nye problemy psihologii truda, inzhenernoj psihologii i jergonomiki. Vypusk 3. — M.: Institut psihologii RAN, 2012. — 400 s.
2. Volchek O. D. Geokosmos i chelovek: monografija. — SPb.: Izd-vo RGPU im. A. I. Gercena, 2006. — 332 s.
3. Tebenova K. S., Il'jasova B. I., Zarkanova Zh. T., Zarkanova L. S. Funkcional'noe sostojanie sistemy krovoobrashhenija u rabotnikov videodisplejnyh terminalov v dinamike smeny / K. S. Tebenova, B. I. Il'jasova, Zh. T. Zarkanova, L. S. Zarkanova // Uspehi sovremennogo estestvoznaniya. — 2015. — № 1-3. — S. 382.
4. Baevskij R. M., Ivanov G. G., Chirejkin L. V. i dr. Analiz variabel'nosti serdechnogo ritma pri ispol'zovanii razlichnyh jelektrokardiograficheskikh sistem (chast' 1) / R. M. Baevskij, G. G. Ivanov, L. V. Chirejkin i dr. // Vestnik aritmologii. — 2002. — № 24. — S. 9.
5. Kirjachkov Ju. Ju., Hmelevskij Ja. M., Voroncova E. V. Komp'juternyj analiz variabel'nosti serdechnogo ritma: metodiki, interpretacija, klinicheskoe primenenie / Ju. Ju. Kirjachkov, Ja. M. Hmelevskij, E. V. Voroncova // Anesteziologija i reanimatologija. — 2000. — № 2. — S. 56.
6. Fugelova T. A. Inzhenernaja psihologija. — Tjumen': TjumGNGU, 2010. — 304 s.
7. Stepanova S. I. Bioritmologicheskie aspekty problemy adaptacii. — M.: Nauka, 1989. — 239 s.
8. Zenkov L. R. Klinicheskaja jelektroencefalografija (s jelementami jepileptologii). Rukovodstvo dlja vrachej. — M.: MEDpressinform, 2012. — 5-e izd. — 356 s.
9. Bereznyj E. A., Rubina A. M., Utechina G. A. Prakticheskaja ritmografija. — SPb.: NPP «Neo», 2005. — 139 s.
10. Ukrainceva Ju. V. Psihofiziologicheskaja harakteristika lic s razlichnoj stressoustojchivost'ju / Ju. V. Ukrainceva, M. N. Rusalova // Uspehi fiziologicheskikh nauk. — 2006. — № 2 (T. 37). — S. 19.
11. Hodyrev G. N., Cirkin V. I. Parametry osnovnyh ritmov JeJeG v follikuljarnuju i ljuteinovuju fazy menstrual'nogo cikla / G. N. Hodyrev, V. I. Cirkin // Vestnik Nizhegorodskogo universiteta im. N. I. Lobachevskogo. — 2012. — № 6 (1). — S. 76.
12. Seo S.-H., Lee J.-T. Stress and EEG // Marius Crisan. Convergence and Hybrid Information Technologies / Croatia: INTECH. — 2010. — P. 413.

DOI: 10.18454/IRJ.2016.47.201

Терешкина Е.Б.¹, Савушкина О.К.², Прохорова Т.А.³, Воробьева Е.А.⁴,
Бокша И.С.⁵, Бурбаева Г.Ш.⁶¹Кандидат биологических наук, ²ORCID:0000-0002-8629-0445, кандидат биологических наук, ³научный сотрудник,
⁴кандидат биологических наук, ⁵ORCID: 0000-0003-1369-8658, доктор биологических наук, ⁶доктор биологических наук, профессор, ФГБНУ «Научный центр психического здоровья»**СНИЖЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ИЗОФОРМЫ В КРЕАТИНФОСФОКИНАЗЫ В МОЗЖЕЧКЕ
ПРИ БОЛЕЗНИ АЛЬЦГЕЙМЕРА****Аннотация**

Цель исследования – сравнение количества мозговой изоформы креатинфосфокиназы (КФК В) в мозжечке у больных болезнью Альцгеймера (БА) и в контрольной группе.

Определен уровень иммунореактивной КФК В у больных БА (n=13) и в контрольной группе (n=13) в аутопсийных образцах коры мозжечка. Образцы были подобраны по возрасту, полу и постмортальному интервалу. Количество иммунореактивной КФК В определено методом ECL-иммуноблоттинга с использованием моноклональных антител. Достоверное снижение количества иммунореактивной КФК В наблюдалось во фракции водорастворимых белков мозжечка больных БА по сравнению с контролем ($p < 0,01$). Различий между группами в уровнях иммунореактивной КФК В во фракции мембранных белков мозжечка не выявлено.

Заключение. Значительное снижение количества центрального фермента энергетического метаболизма мозга КФК ВВ свидетельствует о существенном нарушении энергетического обмена в мозжечке при БА и является одним из аспектов нейродегенеративного процесса при БА.

Ключевые слова: креатинфосфокиназа ВВ, моноклональные антитела, ECL-иммуноблоттинг, мозжечок, болезнь Альцгеймера.

Tereshkina E.B.¹, Savushkina O.K.², Prokhorova T.A.³, Vorobyeva E.A.⁴, Boksha, I.S.⁵, Burbaeva G.Sh.⁶¹PhD in Biology, ²ORCID:0000-0002-8629-0445, PhD in Biology, ³Research Scientist, ⁴PhD in Biology,
⁵ORCID: 0000-0003-1369-8658, PhD in Biology, Doctor of Natural Sciences, ⁶PhD in Biology, Doctor of Natural Sciences, Professor, Federal State Budgetary Scientific Institution «Mental Health Research Centre»**DECREASED LEVEL OF CREATINE PHOSPHOKINASE B ISOFORM IN CEREBELLUM
IN ALZHEIMER'S DISEASE****Abstract**

Aim – to compare levels of brain isoform creatine phosphokinase (CPK B) in cerebellum from patients with Alzheimer's disease (AD) and control subjects.

Levels of immunoreactive CPK B were determined in autopsied samples of cerebellum cortex from patients with AD (n=13) and controls (n=13). The samples were matched by age, gender and postmortem interval. Amounts of immunoreactive CPK B were determined by ECL-immunoblotting with monoclonal antibodies. Significant decrease in amounts of immunoreactive CPK B was observed in water soluble protein fraction of cerebellum from AD patients in comparison with controls ($p < 0.01$). No differences were revealed between the groups in immunoreactive CPK B levels in membrane protein fraction.

Conclusion. Significant decrease in amount of CPK BB, the central energy metabolism enzyme, suggests a substantial impairment of energy metabolism in cerebellum in AD and represents an aspect of neurodegenerative process in AD.

Keywords: creatine phosphokinase BB, monoclonal antibodies, ECL-Western blotting, human cerebellum, Alzheimer's disease.

Введение. Процессы, лежащие в основе когнитивного функционирования, протекают со значительными затратами энергии, связанными с превращениями макроэргических соединений. Ведущий симптом болезни Альцгеймера (БА) – резкое снижение когнитивных функций вплоть до деменции. Неудивительно, что в протеомных исследованиях аутопсийного мозга больных БА обнаружены изменения уровней экспрессии генов и количества ферментов, вовлеченных в энергетический метаболизм мозга [1], в том числе, креатинфосфокиназы (КФК). КФК – фермент, играющий ключевую роль в энергетическом метаболизме и регулирующий уровень АТФ. КФК катализирует обратимую реакцию фосфорилирования/дефосфорилирования креатина (Кр), сопряженную с превращениями АТФ/АДФ. Для КФК характерна тканеспецифичность и компарментализованность. Особенно высоки концентрации КФК в тканях с большими потребностями в энергии и существенными перепадами в интенсивности ее потребления – в мозге, сердце, мышцах. В мозге человека функционируют две формы КФК: цитоплазматическая (КФК ВВ), обеспечивающая транспортировку макроэргических связей фосфатных групп (в креатинфосфате, КрФ) к местам ее потребления (например, к АТФ-зависимым переносчикам нейромедиаторов) и конверсию КрФ в АТФ, и митохондриальная Мт1, использующая макроэргическую связь АТФ, синтезируемого при окислительном фосфорилировании в митохондриях, для превращения Кр в КрФ и переноса последнего в цитоплазму. Цитоплазматическая форма КФК ВВ обнаружена в большом количестве в астроцитах и олигодендроцитах и в меньшей степени в нейронах, а митохондриальная КФК присутствует в митохондриях всех типов клеток, но самый высокий ее уровень – в нейронах.

Ранее в наших работах при сравнительном исследовании аутопсийного мозга больных БА и контрольной группы было обнаружено снижение как ферментативной активности КФК, так и количества белка КФК ВВ в лобной коре и гиппокампе больных БА [2], а в настоящей работе исследован аутопсийный материал коры мозжечка больных БА и лиц контрольной группы.

Мозжечок – это структура мозга, подвергшаяся существенным эволюционным изменениям у человека по сравнению с другими приматами, при этом эволюция этой структуры сопровождалась приобретением ею значительно большего числа функций, чем предполагалось ранее. Это контроль внимания, эмоции, настроение, познавательные

функции, социальное поведение. В связи с этими данными и свидетельствами того, что мозжечок имеет анатомические и функциональные связи с лобной корой, подкорковыми лимбическими структурами и ядрами ствола мозга, он представляет интерес при изучении БА. Участие мозжечка в когнитивном функционировании подробно освещено в обзоре [3]. В последнее время мозжечку все чаще уделяется внимание в нейробиологических исследованиях БА, при этом в мозжечке при БА обнаружено существенное изменение уровня ферментов метаболизма глутамата и ГАМК [4].

Цель настоящего исследования – сравнение уровня мозговой изоформы В КФК в мозжечке больных БА и в контрольной группе. С этой целью определялось количество иммунореактивной КФК В в экстрактах коры мозжечка. В отличие от предыдущих исследований, при оценке уровня иммунореактивной изоформы КФК В использовались моноклональные антитела к КФК В, специфичные именно к этой изоформе и не дающие перекрестной реакции с Мт1 КФК. Использование иммуноблоттинга с хемилюминесцентным усилением сигнала (ECL-иммуноблоттинг) позволило провести полуколичественную сравнительную оценку данных об уровнях иммунореактивной изоформы КФК В.

Материалы и методы. Исследование проведено на образцах мозжечка из коллекции аутопсийного мозга, собранной и хранящейся при -80°C в лаборатории нейробиологии НЦПЗ РАМН. В качестве контроля использовались образцы аутопсийного мозга лиц без истории психических и неврологических расстройств из московских больниц (патологоанатомических отделений). Образцы мозга больных были получены из московских психиатрических клиник №1 и №3; клинический диагноз «болезнь Альцгеймера» был подтвержден исследованиями срезов мозга, проведенными в лаборатории клинической нейроморфологии ФГБНУ НЦПЗ: обнаружены многочисленные отложения бета-амилоидного пептида, нейрофибриллярные бляшки и типичная атрофия мозга. Для исследования было отобрано 13 случаев БА и 13 контрольных образцов. Группа контроля и группа случаев БА достоверно не различались по постмортальному интервалу (ПМИ, 4-6 ч) и возрасту (в контрольной группе – 52-81 год, медиана 70 лет, в группе БА – 57-83 года, медиана 72 года). Обе группы были уравнены по числу представителей обоих полов (по 8 женщин и 5 мужчин в каждой), при этом отдельно рассматриваемые подгруппы мужчин и женщин из группы больных БА и контрольной также были уравнены по возрасту и ПМИ. Образцы мозжечка обеих групп хранились в течение сопоставимого времени перед исследованием.

Образцы ткани мозжечка (50 мг) гомогенизировали в гомогенизаторе Potter (стекло/тефлон) в 1 мл 50 мМ TRIS-HCl буфера, pH 7,0, с добавлением 0,35 М сахарозы и коктейля ингибиторов протеаз Sigma P8340-5ml, с последующим центрифугированием при 1000 g и удалением осадка, содержащего ядерные фрагменты и осколки неразрушенных клеток, для дальнейшего анализа использовали полученные супернатант и осадок. Супернатант центрифугировали при 60000 g, 1 ч, 4 $^{\circ}\text{C}$, к полученному супернатанту (фракция водорастворимых белков) перед электрофорезом добавляли 10%-ный раствор додецилсульфата натрия (SDS, 10% объема) и β -меркаптоэтанол (10% объема). Осадок (фракция белков, ассоциированных с мембранами) ресуспендировали в 100 мкл 50 мМ TRIS-HCl буфера, pH 7,0, с добавлением 4% SDS, и непосредственно перед электрофорезом добавляли β -меркаптоэтанол (10% объема). Образцы нагревали на кипящей водяной бане 5 мин и проводили 1-мерный электрофорез в ПААГ по Лэммли и последующий ECL-Вестерн-иммуноблоттинг.

Количество иммунореактивной КФК В определяли, используя внутренний стандарт (образец контрольного мозга) [5], с помощью конъюгированных с пероксидазой моноклональных мышиных антител в разведении 1:100000, антитела были получены совместно с сотрудниками лаборатории клинической иммунологии ФГБНУ НЦПЗ. Эти моноклональные антитела специфичны к КФК В и не дают перекрестной реакции с митохондриальной КФК.

Количество иммунореактивной КФК В оценивалось в относительных единицах (отн. ед.) после ECL-Вестерн-иммуноблоттинга, сканирования фотопленок и количественной обработки полученных изображений на установке KODAK Image Station IS2000R.

Концентрация белка определялась спектрофотометрическим методом Лоури с использованием набора реагентов Bio-Rad DC Protein Assay (США), в соответствии с протоколом и с использованием бычьего сывороточного альбумина в качестве белкового стандарта для калибровки.

Все определения в каждом образце проводились трехкратно.

Для статистической обработки данных использовалась программа Statistica 6.0 (Statsoft), модуль – непараметрический анализ (поиск статистически значимых различий между группами – тест Манна-Уитни, корреляционный анализ – поиск ранговых корреляций и определение коэффициента корреляции Спирмена).

Результаты и обсуждение. На рисунке 1 приведен пример окрашивания ECL-иммуноблоттингом иммунореактивной КФК В во фракции водорастворимых белков мозжечка. Как видно из рисунка, интенсивность окрашивания зоны, соответствующей КФК В, во фракции водорастворимых белков в контрольных случаях значительно выше (нечетные дорожки), чем у больных БА (четные дорожки) ($p < 0,01$).

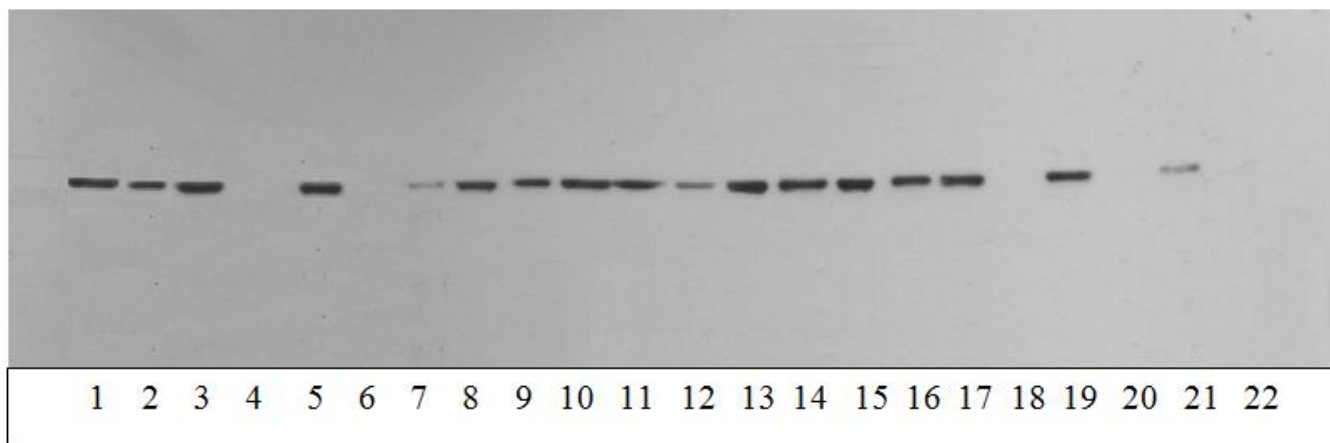


Рис. 1 – Картина окраски иммунореактивной КФК В (фракции водорастворимых белков мозжечка) у лиц контрольной группы — нечетные дорожки и больных БА — четные дорожки

Одной из причин снижения уровня изоформы В КФК во фракции водорастворимых белков мозга больных БА может быть перераспределение этого фермента между субклеточными фракциями. Однако анализ уровня иммунореактивной КФК В во фракции мембранных белков не показал различий между контрольными случаями и образцами от больных БА.

На диаграмме (рис. 2) представлены результаты определения количества иммунореактивной КФК В (в отн. ед.) в образцах мозжечка больных БА и контрольной группы.

Как показал U-тест Манна-Уитни, в водорастворимой белковой фракции мозжечка количество иммунореактивной КФК В было значительно снижено у больных БА по сравнению с контрольной группой ($p = 0,006$) (Рис. 2), а в мембранной белковой фракции мозжечка количество иммунореактивной КФК В у больных БА и в контрольной группе достоверно не различалось ($p = 0,280$) (Рис. 2).

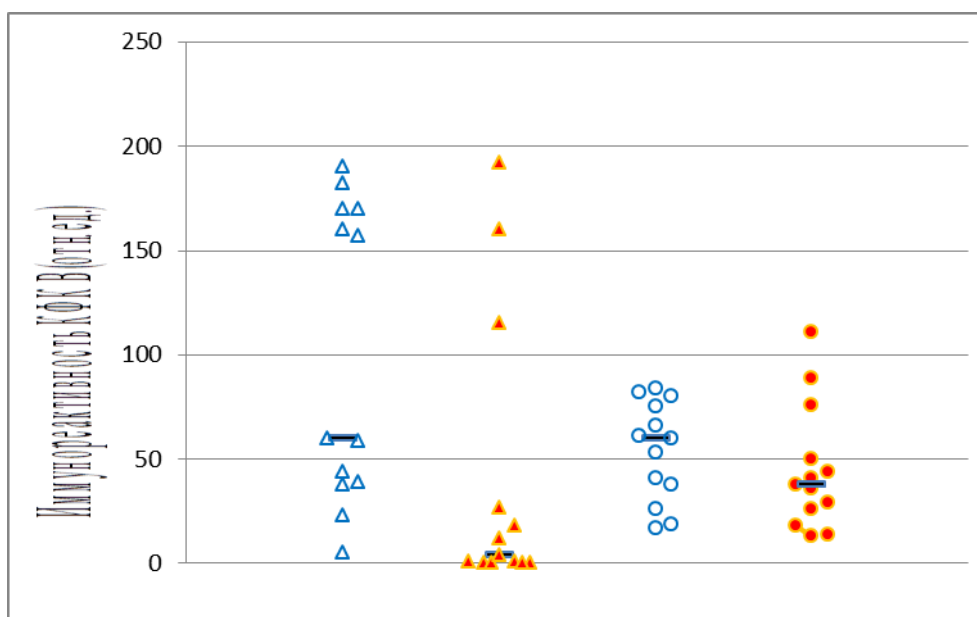


Рис. 2 – Количество иммунореактивной КФК В в образцах мозжечка контрольной группы (синие символы) и группы больных БА (красные символы), оцененное ECL-Вестерн-иммуноблоттингом: треугольники – фракция водорастворимых белков, кружки – фракция мембранных белков

Таким образом, обнаружено значительное снижение уровня иммунореактивной КФК В во фракции водорастворимых белков мозжечка больных БА по сравнению с контролем, что могло быть обусловлено рядом причин. Одной из этих причин мог быть аутолиз. Однако, проведенные нами эксперименты показали незначительное влияние ПМИ на активность КФК в первые 18-20 ч после смерти. Тем не менее, чтобы исключить возможные артефакты, возникающие вследствие аутолиза, группа больных и контрольная группы были уравнены по ПМИ. Различия между группами в количестве иммунореактивной КФК В, вероятно, обусловлены именно патологией (БА), поскольку группы (БА и контрольная) были уравнены по возрасту, ПМИ и количеству представителей обоих полов.

Кроме того, было показано, что количество КФК В в образцах от мужчин ($n=16$) и женщин ($n=10$) не различалось (U-тест Манна Уитни показал $p=0,66$ и $p=0,18$ для водорастворимой и ассоциированной с мембранами белковых фракций, соответственно).

Заключение. Значительное снижение количества центрального фермента энергетического метаболизма мозга КФК ВВ свидетельствует о существенном нарушении энергетического обмена в мозжечке при БА, что, по-видимому, вносит вклад в нейродегенеративный процесс при БА.

Литература

1. Zahid S., Oellerich M., Asif A.R., Ahmed N. Differential expression of proteins in brain regions of Alzheimer's disease patients. // *Neurochem Res.* - 2014.- Vol.39, №1, P. 208-215. doi: 10.1007/s11064-013-1210-1.
2. Burbaeva G.Sh., Savushkina O.K., Boksha I.S. Comparative study of creatine kinase BB decrease in brain of patients with Alzheimer's disease and schizophrenia. // *NATO Science Series, IOS Press; Netherlands.* - 2003.- P. 125-132.
3. Diamond A. Close interrelation of motor development and cognitive development and of the cerebellum and prefrontal cortex. // *Child Dev.* - 2000.- Vol. 71, № 1, P. 44-56.
4. Burbaeva G.Sh., Boksha I.S., Tereshkina E.B., Savushkina O.K., Prokhorova T.A., Vorobyeva E.A. Glutamate and GABA-metabolizing enzymes in cerebellum in Alzheimer's disease: Phosphate-activated glutaminase and glutamic acid decarboxylase. // *Cerebellum*, 2014, Vol.13, N3, P.607-615. doi: 10.1007/s12311-014-0573-4.
5. Burbaeva G.Sh., Boksha I.S., Tereshkina E.B., Savushkina O.K., Starodubtseva L.I., Turishcheva M.S. Glutamate metabolizing enzymes in prefrontal cortex of Alzheimer's disease patients. // *Neurochemical Res.* - 2005.- Vol. 30, №11, P.1443-1451. DOI: 10.1007/s11064-005-8654-x.

ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИЕ НАУКИ / PHARMACEUTICS

DOI: 10.18454/IRJ.2016.47.264

Коркодинова Л. М.¹, Андрюков К. В.², Курбатов Е. Р.³, Кремлева О. Б.⁴

¹Доктор фармацевтических наук, ²Кандидат фармацевтических наук, ³Доктор фармацевтических наук,
⁴Кандидат химических наук,

Пермская государственная фармацевтическая академия

ПОИСК ЗАВИСИМОСТИ ГИПОГЛИКЕМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ОТ КОНСТАНТ ИОНИЗАЦИИ В РЯДУ N'-АЦИЛГИДРАЗИДОВ N-АЦИЛ-5-БРОМ(5-ЙОД)АНТРАНИЛОВЫХ КИСЛОТ**Аннотация**

Экспериментально определены константы ионизации (pK_a и pK_b) 6 соединений ряда N'-ацилгидразидов N-ацил-5-бром(5-йод)антраниловых кислот методом потенциалов полунейтрализации. Проведен регрессионный анализ и найдено 6 корреляционных уравнений, связывающих pK_a и pK_b с экспериментально определенной гипогликемической активностью ($GGA_{эксп.}$). Рассчитаны значения прогнозируемой гипогликемической активности с использованием полученных уравнений. Экспериментально найдены значения ГГА исследуемых 2 соединений. Для оценки прогноза ГГА в сравнении с $GGA_{эксп.}$ вычислен доверительный интервал индивидуального предсказанного значения.

Ключевые слова: N-ацилзамещенная антраниловая кислота, гидразиды, константа ионизации, гипогликемическая активность, структура-активность.

Korkodinova L.M.¹, Andryukov K.V.², Kurbatov E. R.³, Kremleva O.B.⁴

¹PhD in Pharmaceutics, ²PhD in Pharmaceutics, ³PhD in Pharmaceutics, ⁴PhD in Chemistry,
 Perm state pharmaceutical academy

THE SEARCH DEPENDENCE OF HYPOGLYCEMIC ACTIVITY FROM THE IONIZATION CONSTANTS IN THE SERIES OF N'-ACYLHYDRAZIDES OF N-ACYL-5-BROMO(5-iodo)ANTHRANILIC ACIDS**Abstract**

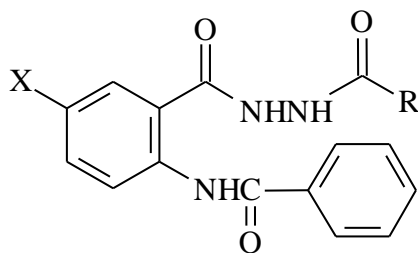
The values of ionization constants (pK_a and pK_b) of 6 substances of N'-acylhydrazides of N-acyl-5-bromo(5-iodo)anthranilic acids by method of potential semi-neutralization are experimentally defined. It is transacted the analysis of regression and received 6 correlation equations connecting the pK_a and pK_b with experimentally defined hypoglycemic activity ($HGA_{exp.}$). Values of HGA action with use of the made equations are calculated. It is experimentally defined $HGA_{exp.}$ of investigated 2 substances which by results of biological tests are active. To assess the HGA prediction compared with $HGA_{exp.}$, computed confidence interval of the individual prediction.

Keywords: N-acylsubstituted anthranilic acid, hydrazide, ionization constant, hypoglycemic activity, structure-activity.

Известно, что открытие и разработка нового лекарственного вещества в настоящее время требует 10-12 лет исследований и затрат до 800 млн. евро. Тенденция роста расходов не меняется. Одним из перспективных путей для решения данной проблемы является исследование количественной зависимости биологической активности от структуры и физико-химических свойств соединений. На основании этой зависимости можно прогнозировать степень биологической активности для веществ с близкой структурой и уменьшить время и затраты на разработку эффективных лекарственных средств.

Установлено, что все физико-химические факторы, оказывающие влияние на биологическую активность химических соединений, складываются из трех компонентов: гидрофобной [1], ионизационной [2] и структурной. Вклад каждой из этих составляющих характеризуется степенью влияния на гипогликемическую активность исследуемого объекта.

В качестве объектов исследования для поиска зависимости гипогликемической активности (ГГА) от констант ионизации, мы использовали N'-ацилгидразиды N- ацил 5-бром(5-йод)антраниловых кислот (I – VI).



X = Br, CH₃ (I); X = Br, C₆H₅ (II); X = Br, C₆H₄(4-CH₃) (III); X = I, CH₂C₆H₅ (IV);
X = I, C₆H₄(4-NO₂) (V); X = I, (2-фурил) (VI)

N'-Ацилгидразиды N-ацил-5-бром(5-йод) антралиновых кислот (I – VI) содержат две азотсодержащие ионогенные группы: гидразидная и NH-ацильная, в зависимости от условий среды они проявляют как кислотные, так и основные свойства, что позволяет определять константы кислотности (pK_a) и основности (pK_b).

Схемы ионизации молекул N'-ацилгидразидов N-ацил-5-бром(5-йод) антралиновых кислот (I – VI) в щелочной и кислой средах составлены с использованием рассчитанных зарядов на атомах азота и кислорода неэмпирическим методом Хартри – Фока в базе 3-21G. Расчёты проведены с использованием программы Gaussian 03 при полной оптимизации геометрии молекул в среде диметилсульфоксида (ДМСО) (табл. 1). Эффект растворителя учитывали проводя расчёты на модели PCM (Polarizable Continuum Model).

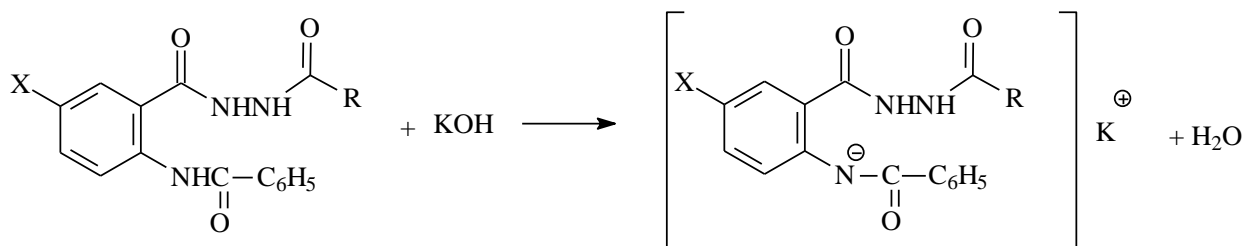
Таблица 1 - Рассчитанные заряды на атомах кислорода и азота гидразидной (CONHNH) и NH-ацильной (NHCO) групп соединений (I – VI)

№	Гидразидная (CONHNH)			NH-ацильная (NHCO)	
	O	N ₁	N ₂	N	O
I	-0,652	-0,648	-0,675	-1,051	-0,656
II	-0,676	-0,700	-0,636	-1,115	-0,644
III	-0,665	-0,689	-0,655	-1,114	-0,647
IV	-0,668	-0,654	-0,673	-1,105	-0,650
V	-0,661	-0,687	-0,658	-1,114	-0,646
VI	-0,636	-0,658	-0,678	-1,043	-0,653

В результате проведенных квантово-химических расчётов обнаружено, что наибольший отрицательный заряд у атома азота в NH-ацильной группе (от -1,043 до -1,115) (табл. 1), что позволяет предположить взаимосвязь кислотных и основных свойств изучаемых соединений с отрицательным зарядом на атоме азота NH-ацильного фрагмента антралиновой кислоты.

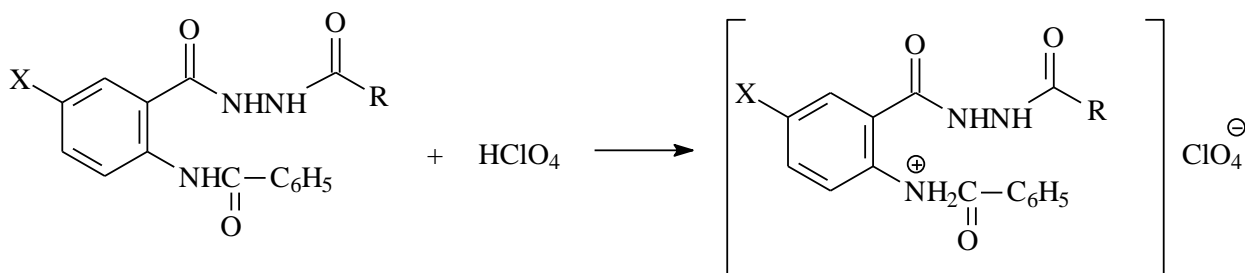
Кислотные свойства соединений (I – VI) связаны с атомом водорода в NH-ацильной аминогруппе. В щелочной среде (KOH) они ионизируются и теряют протон, превращаясь в сопряжённое основание (схема 1).

Схема 1.



В кислой среде протонирование гидразидов (I – VI), происходит по атому азота NH-ацильной группы, с образованием аммониевого катиона (схема 2).

Схема 2.



С целью изучения количественной зависимости ГГА от физико-химических свойств соединений (I – VI) экспериментально определены значения констант кислотности (pK_{a,эксп.}) и основности (pK_{b,эксп.}) методом потенциометрического титрования в среде ДМСО, с помощью универсального иономера ЭВ-74 по методу

потенциалов полунейтрализации [2, 3]. Концентрация титруемых соединений 0,005 М, концентрация титрантов – КОН и HClO_4 – 0,05 М.

Экспериментально найденные значения констант кислотности и основности лежат в пределах 7,64 – 11,10 и 8,11 – 12,30, соответственно (табл. 2).

Гипогликемическую активность исследовали на самках белых нелинейных крыс массой 190 – 220 г. Изучаемые соединения вводили внутривенно в скрининговой дозе 25 мг/кг. Уровень гликемии характеризовали глюкозооксидазным методом. Содержание глюкозы в крови, в процентах, определяли до введения, а также через 3 (ГГА 3ч._{эксп.}) и 5 часов (ГГА 5ч._{эксп.}) после введения исследуемых соединений [4].

Таблица 2 - ГГА и константы ионизации соединений (I – VI)

№	ГГА 3ч. _{эксп.}	ГГА 5ч. _{эксп.}	pKa	pKв	pKa ²	pKв ²
I	-13,40	-10,73	10,91	8,11	119,03	65,77
II	0,00	-9,00	11,10	12,06	123,21	145,44
III	-21,80	-16,20	10,45	8,57	109,20	73,44
IV	-7,40	-13,70	7,64	9,30	58,37	86,49
V	-12,90	-9,30	9,82	12,30	96,43	151,29
VI	-10,20	-12,60	9,75	11,38	95,06	129,50

С целью получения уравнений множественной регрессии между константами ионизации и зависимыми переменными ГГА 3ч._{эксп.} и ГГА 5ч._{эксп.}, был проведен множественный регрессионный анализ с использованием программы Statistica 6. Для проведения регрессионного анализа были использованы дескрипторы: pKa, pKв, pKa² и pKв².

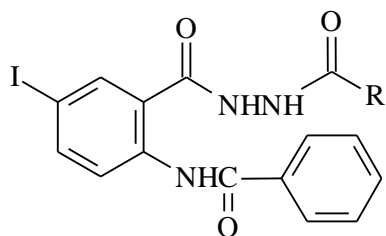
Всего было найдено свыше 24 уравнений регрессии, из них 6 наиболее значимых представлены в таблице 3. При анализе корреляционных уравнений для ГГА 3ч._{эксп.} выявлено наиболее значимое уравнение 2 ($R = 0,939$; $S = 3,92$), а для ГГА 5ч._{эксп.} – уравнение 6 ($R = 0,847$; $S = 2,33$).

Таблица 3 - Корреляционные уравнения взаимосвязи ГГА с константами ионизации N'-ацилгидразидов N-ацил-5-бром(5-йод) антралиновых кислот

№	Корреляционное уравнение	R	S	N
1	$\text{ГГА } 3\text{ч.}_{\text{эксп.}} = -26,889 - 0,663 \times \text{pKa} + 2,190 \times \text{pKв}$	0,563	7,69	6
2	$\text{ГГА } 3\text{ч.}_{\text{эксп.}} = 337,607 - 82,624 \times \text{pKa} + 3,270 \times \text{pKв} + 4,385 \times \text{pKa}^2$	0,939	3,92	6
3	$\text{ГГА } 3\text{ч.}_{\text{эксп.}} = -137,502 + 0,203 \times \text{pKa} + 22,696 \times \text{pKв} - 1,003 \times \text{pKв}^2$	0,581	9,28	6
4	$\text{ГГА } 5\text{ч.}_{\text{эксп.}} = -28,212 + 0,691 \times \text{pKa} + 0,915 \times \text{pKв}$	0,703	2,55	6
5	$\text{ГГА } 5\text{ч.}_{\text{эксп.}} = 37,034 - 13,980 \times \text{pKa} + 1,108 \times \text{pKв} + 0,785 \times \text{pKa}^2$	0,785	2,72	6
6	$\text{ГГА } 5\text{ч.}_{\text{эксп.}} = 111,390 - 0,402 \times \text{pKa} - 24,964 \times \text{pKв} + 1,265 \times \text{pKв}^2$	0,847	2,33	6

Для проверки прогнозирующей способности составленных уравнений 2 и 6, осуществлен прогноз ГГА двух соединений из исследуемого ряда производных (VII – VIII) с использованием экспериментально определенных pKa и pKв (табл. 4). Результаты прогнозирования, в виде доверительного интервала индивидуального предсказанного значения, для $\Delta\text{ГГА } 3\text{ч.}_{\text{расч.}}$ и $\Delta\text{ГГА } 5\text{ч.}_{\text{расч.}}$ приведены в таблице 5.

Таблица 4 - Экспериментальные значения pKa и pKв соединений VII – VIII



№	R	pKa	pKв	pKa ²	pKв ²
VII	CH ₃	10,47	7,60	109,62	57,76
VIII	CH ₂ CH ₂ CH ₃	10,38	7,68	107,74	58,98

При сопоставлении значений доверительных интервалов прогноза ГГА ($\Delta\text{ГГА } 3\text{ч.}_{\text{расч.}}$) и экспериментальных ($\Delta\text{ГГА } 3\text{ч.}_{\text{эксп.}}$) (ур-е 2), было выявлено, что $\Delta\text{ГГА } 3\text{ч.}_{\text{эксп.}}$ входит в доверительный интервал индивидуального предсказанного значения только у соединения VII, а производное VIII ($\text{ГГА } 3\text{ч.}_{\text{эксп.}} = 0 \pm 2,16$) выпадает, с отклонением равным – 5. Доверительный интервал $\Delta\text{ГГА } 5\text{ч.}_{\text{расч.}}$ (ур-е 6) по соединениям VII и VIII полностью включает в себя $\Delta\text{ГГА } 5\text{ч.}_{\text{эксп.}}$. Полученные результаты подтверждают значимость найденных регрессионных уравнений.

Таблица 5 – Доверительные интервалы теоретически рассчитанных и экспериментальных значений для ГГА 3 ч. и ГГА 5 ч. соединений VII – VIII

№	Δ ГГА 3ч. _{рассч.} (ур-е 2)	Δ ГГА 3ч. _{эсп.}	Δ ГГА 5ч. _{рассч.} (ур-е 6)	Δ ГГА 5ч. _{эсп.}
VII	$-36,95 \div -6,81$	$-24,42 \div -13,98$	$-28,97 \div +8,04$	$-28,21 \div -18,39$
VIII	$-37,63 \div -7,22$	$-2,16 \div +2,16$	$-25,98 \div +6,22$	$-12,86 \div -5,74$

В результате, можно сделать вывод, что полученные зависимости 2 и 6 могут быть использованы для целенаправленного поиска новых активных соединений с гипогликемической активностью в ряду N'-ацилгидразидов N- ацилзамещенных производных антралиновой кислоты.

Литература

1. Андриков К. В., Коркодинова Л.М.. Константы липофильности в поиске биологически активных веществ с противовоспалительным действием в ряду производных N- арилзамещенных антралиновых кислот. // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 3 (часть 3). – стр. 533-538.
2. Андриков К. В., Коркодинова Л.М., Кремлёва О. Б.. Прогнозирование значений констант ионизации в ряду замещённых амидов и гидразидов N-ацил-5-бром(3,5- дибром) антралиновых кислот с использованием квантово – химических параметров. // Хим.- фарм. журнал. – Т. 43, №4. – 2009. – С. 3 – 6.
3. Avdeef, A. Absorption and Drug Development, Wiley-Interscience, Hoboken, NJ. 2003. 287 p.
4. Курбатов Е.Р., Чупина Т.А., Коркодинова Л.М.. Гипогликемическая активность замещенных амидов галогенантралиновых кислот // Хим.– фарм. журнал. – Т. 48, №10. – 2014. – С. 37 – 38.

References

1. Andryukov K. V., Korkodinova L.M.. Konstanty lipofilnosti v poiske biologicheskii aktivnykh veschestv s protivovospalitelnyim dejstviem v ryadu proizvodnykh n- arilzameschennykh antranilovykh kislot. // Fundamentalnye issledovaniya. - 2014. - 3 (part 3). - p. 533-538.
2. Andryukov K. V., Korkodinova L.M., Kremleva O. B.. Prognozirovaniye znachenij konstant ionizatsii in series substituted amides and hydrazides of N-acyl-5-bromo (3,5- dibromo) anthranilic acids with using kvantovo - khimicheskikh parametrov. // Khim.- Farm. zhurnal. - t. 43, 4. - 2009. - p. 3 - 6.
3. Avdeef, A. Absorption and Drug Development, Wiley-Interscience, Hoboken, NJ. 2003. 287 p.
4. Kurbatov E. R., Chupina T.A., Korkodinova L.M.. Gipoglikemicheskaya aktivnost zameschennykh amidov halogen anthranilic acids // Khim.- farm. zhurnal. - t. 48, 10. - 2014. - p. 37 - 38.

DOI: 10.18454/IRJ.2016.47.129

Ларин С.Л.¹, Будко Е.В.², Хабаров А.А.³

¹ORCID: 0000-0001-7308-088X, аспирант; ²ORCID: 0000-0001-8861-7491, профессор, доктор фармацевтических наук; ³профессор, доктор фармацевтических наук, Курский государственный медицинский университет

ВЛИЯНИЕ РАЗНОРАЗМЕРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ЦИНКА НА ПОДЪЕМНУЮ СИЛУ ТЕСТ-КУЛЬТУРЫ *SACCHAROMYCES CEREVISIAE*

Аннотация

В статье представлено исследование воздействия неорганических соединений Zn различного размера и морфологии (технические образцы ZnO, Zn(OH)₂ и ZnSO₄, микронизованные различными способами образцы ZnO и синтезированные образцы наноразмерного Zn(OH)₂) на подъемную силу тест-культуры *Saccharomyces cerevisiae*. Показана высокая активность малорастворимых соединений при сравнении с ионной формой. Наблюдается зависимость биологического отклика от морфологии и размерности исследованных соединений.

Ключевые слова: *Saccharomyces cerevisiae*, подъемная сила, оксид цинка, гидроксид цинка, наночастицы, микрочастицы, форма наночастиц.

Larin S.L.¹, Budko E.V.², Khabarov A.A.³

¹ORCID: 0000-0001-7308-088X, postgraduate student; ²ORCID: 0000-0001-8861-7491, professor, PhD in pharmaceuticals; ³professor, PhD in pharmaceuticals, Kursk State Medical University

EFFECT OF DIFFERENT SIZED ZINC COMPOUNDS ON THE LIFTING FORCE OF THE TEST CULTURE *SACCHAROMYCES CEREVISIAE*

Abstract

The article presented a study of the effects of inorganic Zn compounds of various size and morphology (technical samples ZnO, Zn(OH)₂ and ZnSO₄, micronized by different ways ZnO samples and synthesized nanoscaled Zn(OH)₂) to the lifting force of the test culture of *Saccharomyces cerevisiae*. High activity of slightly soluble connections when comparing with an ionic form is shown. Dependence of a biological response on morphology and dimension of the studied connections is observed.

Keywords: *Saccharomyces cerevisiae*, lifting force, zinc oxide, zinc hydroxide, nanoparticles, microparticle, form of nanoparticles.

ВВЕДЕНИЕ

Среди микронутриентов, критически необходимых для поддержания нормального уровня гомеостаза живого организма особенно выделяется цинк [8]. Дополнительное введение микроэлемента проводится, как правило, с применением растворимых – ионизированных соединений. Это связано с пониманием общих механизмов транспорта металлов через перемещение ионов посредством семейства переносчиков Zip и Znt [12, 15].

Однако, с развитием технологий диспергирования, возрос интерес к исследованию биологической активности микро- и наноразмерных малорастворимых соединений. Так, в эксперименте показано повышение всасываемости оксида цинка при измельчении до наноразмерного состояния [4, 14], установлен приемлемый уровень доступности для оксида и карбоната цинка [7], сопоставимый уровень поглощения для сульфата и гидроксида цинка [10].

Результат биологической активности соединений цинка может быть продемонстрирован на культуре хлебопекарных дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*. Исходя из биологического действия элемента, активность его соединений может проявляться в угнетении ферментов зимазного комплекса или в их активации. Ранее нами было выявлено токсическое воздействие растворимых хлорида и ацетата цинка на культуру *S.cerevisiae* и слабое активирующее воздействие в присутствии малых количеств сульфата цинка в растворе [13]. Учитывая зависимость биологического действия соединений от размера и морфологии частиц, возникает необходимость исследования активности предложенных нами частиц неорганических соединений цинка разной степени диспергирования в отношении дрожжей.

Целью работы являлось сравнительное изучение воздействия некоторых растворимых и нерастворимых неорганических соединений цинка на активность процесса брожения методом оценки подъемной силы тест-культуры *Saccharomyces cerevisiae*.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Активность дрожжей определена по ускоренному методу определения подъемной силы. От средней пробы дрожжей хлебопекарных прессованных высокоактивных «Премиум» (ОАО «Комбинат пищевых продуктов», СПб, Россия, ТУ 9182–008–00353595–2004) отбирали навеску, к которой прибавляли массу исследуемого соединения. Полученную массу замешивали в тесто с приданием ему формы шарика, шарик помещали в стакан с водой температуры 35°C и термостатировали. Количество параллельных опытов 5-6. При отсутствии всплытия наблюдения продолжали не менее 1,5 часов. Результаты представлены как отношение времени всплытия шарика пробы (в %) к времени всплытия шарика холостой пробы (100%) данной серии опыта.

В работе использованы промышленные образцы соединений цинка: ZnO (ХЧ, ГОСТ 10262-73, Реахим, СПб), $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (ХЧ, ГОСТ 5106–77, Реахим, СПб), $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (ХЧ, ГОСТ 4174–77, Реахим, СПб), ZnCl_2 (ЧДА, ГОСТ 4529–78, Реахим, СПб) и образцы, полученные в лабораторных условиях. Образец сухой гидроокиси цинка был получен сливанием растворов ZnCl_2 и KOH (ХЧ, ГОСТ 24363-80, Реахим, СПб) с последующей фильтрацией и сушкой при 25°C. ZnO микронизированный получен измельчением промышленного образца оксида цинка на шаровой вибрационной мельнице МЛ-1 в течение 15 минут [16]. Образцы гелеобразного гидроксида цинка и синтезированного оксида цинка получены по методике, описанной в работе [6, 17].

Характеристики соединений цинка, использованных в исследовании, представлены в таблице 1. Характеристики образцов $\text{Zn}(\text{OH})_2$ гелеобразный, ZnO микронизованный и ZnO синтезированный были ранее описаны нами в работах [6, 17].

Таблица 1 – Соединения цинка, применявшиеся в эксперименте и их характеристики
(на основании справочных и собственных данных)

№, п/п	Наименование образца	Кристаллическая структура частиц	насыщенный раствор (20°C) моль/л	Размерность частиц
1	2	3	4	5
1	$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	орторомбические кристаллы	1.3	-
4	$\text{Zn}(\text{OH})_2$ сухой лабораторный	Бипирамидальная - Ромбическая сингония	2.3×10^{-6}	более 10 мкм
	$\text{Zn}(\text{OH})_2$ лабораторный гелеобразный	Бипирамидальная	-	2-3 нм (собственные исследования)
6	ZnO промышленный	Гексагональная	-	более 10 мкм
7	ZnO лабораторный микронизованный	Без выраженной структуры (собственные исследования)	5.1×10^{-5}	180 нм (собственные исследования)
8	ZnO сухой лабораторный	Гексагональная (собственные исследования)	-	955 нм (собственные исследования)

Для обработки полученных экспериментальных данных, а также для реализации метода наименьших квадратов при построении графиков использовали ПО OriginPro 8.5.1 SR1 (OriginLab Corporation, США). Статистическая обработка данных проведена с использованием пакета программ Statistica 10 (StatSoft Inc, США) и Microsoft Excel 14 (Microsoft, США).

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

В присутствии соединений ZnO промышленный, ZnO микронизованный, ZnO синтезированный, $\text{Zn}(\text{OH})_2$ гелеобразный, $\text{Zn}(\text{OH})_2$ сухой была определена подъемная сила тест-культуры *S.cerevisiae*. В качестве препарата сравнения был выбран цинка сульфат, по причине широкого применения в качестве источника ионов Zn^{2+} . Полученная зависимость степени изменения подъемной силы тест-культуры *S.cerevisiae* (%) от количества цинка на 1 г дрожжей (мг/г), представлена на рисунке 1.

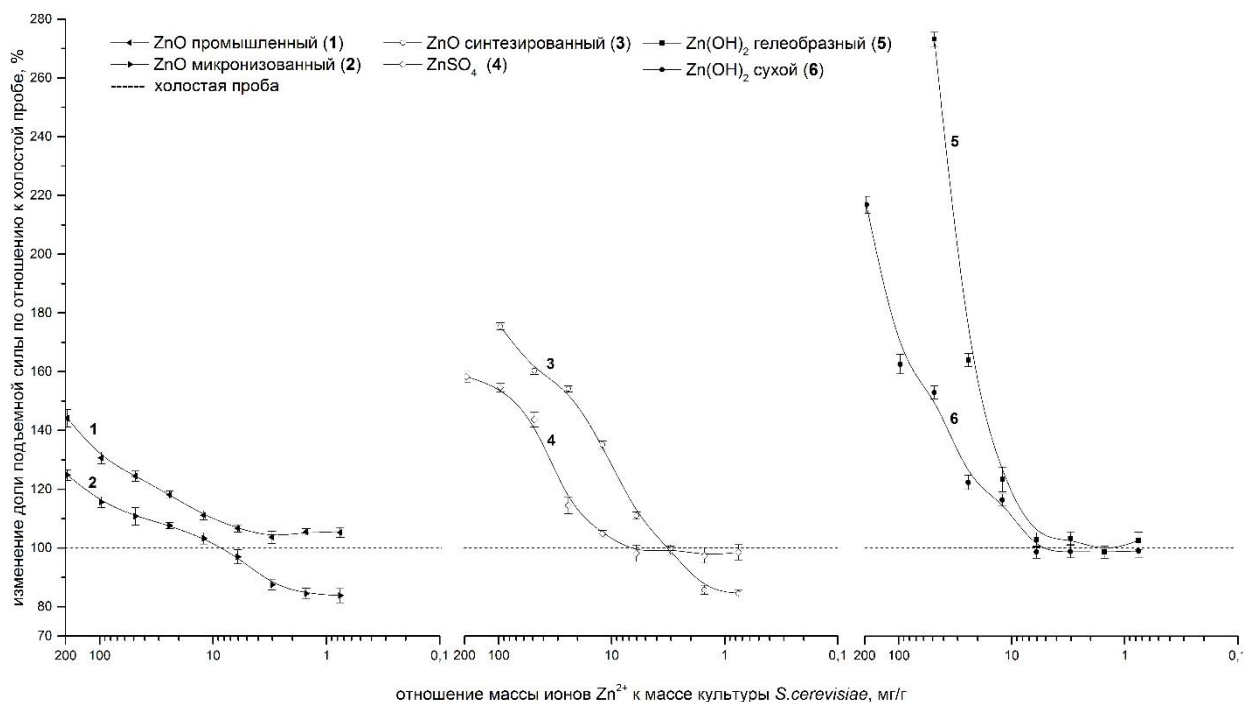


Рис. 1 – Зависимость степени изменения подъемной силы тест-культуры *S.cerevisiae* (%) от концентрации Zn^{2+} на 1 г дрожжевой смеси (мг/г)

В исходных количествах все представленные в эксперименте соединения вызывают снижение активности дрожжей. Наибольшей угнетающей способностью обладает $\text{Zn}(\text{OH})_2$ гелеобразный (рис. 1, кривая 5) и $\text{Zn}(\text{OH})_2$ сухой (рис. 1, кривая 6). Для образцов ZnO синтезированный (рис. 1, кривая 3) и ZnSO_4 (рис. 1, кривая 4) отмечается средний уровень угнетения культуры *S.cerevisiae*, для образцов ZnO промышленный (рис. 1, кривая 1) и ZnO микронизованный (рис. 1, кривая 2) выявлен минимальный уровень негативного воздействия на тест-культуру. При сравнении воздействия на культуру *S.cerevisiae* малорастворимого гидроксида цинка (рис. 1, кривая 5,6) и растворимого сульфата цинка (рис. 1, кривая 4) отмечается увеличение времени всплывания тестяных шариков в 1.5-2 раза при использовании эквивалентной массы малорастворимого образца.

При сравнении активности измельченных образцов цинка оксида (кривая 1, 3) и цинка гидроксида (кривая 5, 6) наглядно проявляется увеличение в 1.5-2 раза ингибирующего действия на тест-культуру при уменьшении размера частиц с одной стороны и придании последней правильной геометрической формы с другой. Помимо угнетения активности тест-культуры *S.cerevisiae* для образцов ZnO микронизованный (кривая 2) и ZnO синтезированный (кривая 3) при содержании цинка порядка 5-10 мг/г наблюдается активирующее действие.

Для оценки токсического влияния остаточного этанола в образце гелеобразного $\text{Zn}(\text{OH})_2$ был проведен эксперимент с измерением активности дрожжей в присутствии остаточного количества этанола. Было выявлено, что этанол незначительно угнетает активность дрожжевой культуры, уменьшая подъемную силу в 1.2-1.3 раза при стартовых концентрациях, и практически не изменяет ее уже через 2-3 пропорциональных уменьшений массы спирта. Таким образом, остаточные количества этанола практически не влияют на активность ферментов зимаазного комплекса тест-культуры *S.cerevisiae*, что также подтверждается литературными данными [2, 9].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Дозозависимое угнетение активности *S.cerevisiae* разноразмерными соединениями цинка отмечено всеми авторами. Отмечается [2], что при увеличении концентрации до 10-15 мМ, активность тест-культуры резко падает. Это согласуется с данными полученными нами в эксперименте: при размерности цинка оксида 180 нм резкое падение активности *S.cerevisiae* начинается при содержании 13.8 мМ (рис. 1, кривая 2,3). Исследование [5] взаимодействия наночастиц (в сравнении с промышленными образцами) оксида цинка размером 50 нм на культуру хлебопекарных дрожжей показало, что полумаксимальная эффективная концентрация для обоих соединений приблизительно равна и находится на уровне 121 – 158 мг ZnO на литр. Такое значение, однако, несколько выше, чем полученное нами в эксперименте (порядка 50-80 мг ZnO на литр). Отмечается, что максимум ингибирования (угнетение около 80%) наблюдается при воздействии 250 мг ZnO на литр. Причиной такого ингибирования являются исключительно солибилизированные Zn-ионы, что также подтверждается исследованием с рекомбинантным Zn-сенсорным микроорганизмом.

Активирующее действие на культуру *S.cerevisiae* в эксперименте объяснимо сочетанием необходимой для нормального функционирования дрожжевой клетки концентрации соединения и позитивного влияния на ферменты, содержащие в своем составе ионы цинка. Так, при исследовании взаимодействия тест-культуры *S.cerevisiae* с наночастицами оксида цинка размером 50 нм, авторами [2] отмечается стимулирование активности дрожжей при количествах 5 мМ.

На первом этапе сбраживания участвуют только ферменты, локализованные на поверхности клеточной стенки дрожжевой клетки и уже после перестройки ферментативного комплекса, включаются ферменты локализованные внутри клетки. Основываясь на времени адаптации ферментативного комплекса дрожжевой культуры, следует отметить, что все соединения, представленные в эксперименте, оказывают ингибирующее действие на ферменты, локализованные на поверхности дрожжевой клетки, что проявляется в уменьшении скорости газообразования. В процессе эксперимента образцы ZnO синтезированный (рис. 2, кривая 3) и Zn(OH)₂ гелеобразный (рис. 2, кривая 5) при начальной концентрации вызывали гибель тест-культуры (о чем говорит отсутствие стартовой точки на графике). Такое явление могло наблюдаться, только в случае ингибирования и внешних и внутренних ферментов, что говорит о проникновении большого количества соединения внутрь клетки. Следует отметить, что вышеперечисленные образцы обладают правильной геометрической структурой и малым размером.

Аномальное увеличение активности малорастворимого соединения в отношении дрожжевой клетки связывают со способностью оксида цинка к частичной диссоциации и солюбилизации в водном растворе [5, 11]. Эти процессы способствуют формированию гидратированной частицы, которая обладает повышенным стерическим соответствием и как следствие повышенной способностью к транспорту через ионные каналы дрожжевой клетки. Резкое угнетение жизнедеятельности дрожжевой культуры в присутствии наночастиц ZnO и Zn(OH)₂, по видимости, связано с повышенным образованием активных форм кислорода, который в свою очередь угнетает активность ферментативных систем.

Сравнение активности малоразмерных частиц различного размера и морфологии – Zn(OH)₂ гелеобразный (октаэдрическая форма, размер 2-3 нм), ZnO микронизованный (неправильная форма, размер 180.4 нм), ZnO синтезированный (гексагональная форма, размер 955.6 нм) демонстрирует значительное влияние этих параметров на активность тест-культуры *S.cerevisiae*. Частицы минимального размера и правильной формы Zn(OH)₂ гелеобразный (рис. 2, кривая 5) проявляют максимальный уровень угнетения активности дрожжевой культуры, что связано с повышенной способностью к проникновению частиц малого размера через ионные каналы клетки. Наблюдается уменьшение ингибирования активности тест-культуры по критерию геометрической формы частицы в ряду «октаэдрическая форма – гексагональная форма – неправильная форма». Такое влияние на активность клетки также может быть связано с особенностями стерической конфигурации ионных каналов дрожжевой клетки.

В таблице 2 представлена сводная информация по исследованиям активности наносоединений цинка в отношении различных микроорганизмов.

Таблица 2 – Активность наноразмерных соединений цинка в отношении тест-культур микроорганизмов

Соединение цинка	Размер частиц, нм	Геометрическая форма частиц	Тест-культура микроорганизмов	Полумаксимальная эффективная концентрация	Источник
ZnO	56	гексагональная структура	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	10 ммоль/л	[2]
ZnO	50-70	сферическая	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	121 – 158 мг/л	[5]
ZnO	50-70	сферическая	<i>Vibrio fischeri</i>	1.1 – 1.9 мг/л	[3]
ZnO	480	гексагональная	<i>Bacillus subtilis</i>	10 мг/л	[1]
ZnO	180	без выраженной структуры	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	50 мг/г	Собственные исследования
ZnO	955	гексагональная	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	20-25 мг/г	Собственные исследования
ZnO	более 10 мкм	гексагональная	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	60-65 мг/г	Собственные исследования
Zn(OH) ₂	2-3	бипирамидальная	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	15-20 мг/г	Собственные исследования

Токсичность соединения зависит как от формы, в которой он введен в живую систему, так и от тест-культуры. Достаточно высокий порог токсичности для наноразмерного оксида цинка в отношении *S.cerevisiae*, который может достигать 1000 мг ZnO на литр [11], объясним наличием в дрожжевой клетке вакуолей и цинкосом [5], обеспечивающих накопление избытка цинк-ионов без вреда для клетки. Токсичность наноразмерного оксида цинка показана также и для других микроорганизмов, например, в работе [3] определена полумаксимальная эффективная концентрация наночастиц ZnO (50 нм) для культуры *V.fischeri*. Значение EC₅₀ составило 1.1 – 1.9 мг в литре, что сопоставимо с токсичностью As⁵⁺ (1.5 мг в литре). Авторами [1] установлено, что наночастицы оксида цинка размером 480 нм ингибируют активность более 90% тест-культуры *B.subtilis* уже при содержании 10 мг ZnO в литре.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Активность нерастворимых соединений цинка – ZnO микронизованного, Zn(OH)₂ гелеобразного и Zn(OH)₂ сухого в отношении тест-культуры существенно выше, чем активность ионной формы – сульфата цинка; наблюдается стабильное ингибирование активности *S.cerevisiae* в 1.5-2 раза большее в сравнении с ZnSO₄.

Соединения цинка меньших размеров и «правильной» формы оказывают большее воздействие, чем асимметричные частицы близкого размера.

Высокая активность малоразмерных форм в отношении тест-культуры *S.cerevisiae* позволяет сделать вывод о потенциальной биологической активности в отношении более сложных организмов, что может быть подтверждено опытами *in vivo*.

Литература

1. Adams L.K., Lyon D.Y., Alvarez P.J.J. Comparative eco-toxicity of nanoscale TiO₂, SiO₂, and ZnO water suspensions. // Water Resources. – 2006. - №40. – PP.3527–3532.
2. Ban D.K., Paul S. Zinc oxide nanoparticles modulates the production of β -glucosidase and protects its functional state under alcoholic condition in *Saccharomyces cerevisiae*. // Applied Biochemistry and Biotechnology. – 2014. - №173. – PP. 155-166.
3. Heinlaan, H., Ivask, A., Blinova, I., Dubourguier, H.C., Kahru, A. Toxicity of nanosized and bulk ZnO, CuO and TiO₂ to bacteria *Vibrio fischeri* and crustaceans *Daphnia magna* and *Thamnocephalus paltryurus*. // Chemosphere. - №71. – PP. 1308–1316.
4. Hilty F.M., Arnold M., Hilbe M. oth. Iron from nanocompounds containing iron and zinc is highly bioavailable in rats without tissue accumulation. // Nature nanotechnology. 2010. - №5. – PP. 374 – 380.
5. Kasemets K., Ivask A., Dubourguier H.C., Kahru A. Toxicity of nanoparticles of ZnO, CuO and TiO₂ to yeast *Saccharomyces cerevisiae*. // Toxicology in Vitro. – 2009. - №23. – PP. 1116 – 1122.
6. Larin S.L., Orlov E.Y., Borsch N.A., Gorbacheva L.A., Budko E.V., Khabarov A.A. Synthesis and Identification of Zinc Oxide Nanoparticles as Precursor for Getting Zinc-Based Biologically Active Additives. // Журнал нано- та електронної фізики. – 2013. - №4. - PP. 04032-1 – 04032-2.
7. Lucia C.M.D., Sattos L.L.M, Rodrigues K.C.C. oth. Bioavailability of zinc in wistar rats fed with rice fortified with zinc oxide. // Nutrients. – 2014. - №6. – PP. 2279-2289.
8. Maret W. Zinc biochemistry: from a single zinc enzyme to key element of life. // Advances in nutrition. – 2013. - №4. – PP. 83-91.
9. Nunoura N., Ohdan K., Yano T., Yamamoto K., Kumadai H. Purification and characterization of β -D-glucosidase (β -D-fructosidase) from *Bifidobacterium breve* clb acclimated to cellobiose. // Bioscience. Biotechnology. Biochemistry. – 1996. - №2 – PP. 188-193.
10. Salgueiro M.J., Bioch, Zubillaga B. oth. Bioavailability, biodistribution, and toxicity of BioZn-AAS: a new zinc source. Comparative studies in rats. // Nutrition. – 2000. - №16. - PP. 762-766.
11. Schmitt, M., Gellert, G., Ludwig, J., Lichtenberg-Frate, H. Phenotypic yeast growth analysis for chronic toxicity testing. // Ecotoxicology and Environmental Safety. – 2004. -№59. – PP. 142–150.
12. Zalups R.K., Koropatnick J. Cellular and molecular biology of metals. – NW.: CRC Press, 2010. – 425 с.
13. Будко Е.В., Хабаров А.А., Конопля А.И., Горбачева Л.А., Ельцова Н.О. Обогащение дрожжей солями цинка // Научные ведомости БелГУ. Серия Медицина, Фармация. - 2012. - № 10. - С. 90-94.
14. Распопов Р.В., Бузулуков Ю.П., Марченков Н.С. и др. Биодоступность наночастиц оксида цинка. Изучение методом радиоактивных индикаторов. // Вопросы питания. – 2010. - №6. – С. 14-18.
15. Торшин И.Ю., Громова О.А., Гришина Т.Р., Рудаков К.В. Иерархия взаимодействия цинка и железа: физиологические, молекулярные и клинические аспекты. // Трудный пациент. – 2010. - №3. – С. 45-53.
16. Хабаров А.А., Будко Е.В., Жиякова Е.Т., Новиков О.О., Новикова М.Ю., Попов Н.Н., Ванхин О.А. Изучение изменения технологических характеристик порошка цинка оксида в процессе его твердофазной механохимической обработки // Научные ведомости БелГУ. Серия Медицина, Фармация. - 2012. - № 22. - С. 116 - 120.
17. Будко Е.В., Хабаров А.А., Ларин С.Л. Синтез и характеристика малоразмерных соединений цинка для коррекции гипопинкозов. // Перспективные материалы. – 2016. - №3. - С. 41-46.

References

1. Adams L.K., Lyon D.Y., Alvarez P.J.J. Comparative eco-toxicity of nanoscale TiO₂, SiO₂, and ZnO water suspensions. // Water Resources. – 2006. - №40. – PP.3527–3532.
2. Ban D.K., Paul S. Zinc oxide nanoparticles modulates the production of β -glucosidase and protects its functional state under alcoholic condition in *Saccharomyces cerevisiae*. // Applied Biochemistry and Biotechnology. – 2014. - №173. – PP. 155-166.
3. Heinlaan, H., Ivask, A., Blinova, I., Dubourguier, H.C., Kahru, A. Toxicity of nanosized and bulk ZnO, CuO and TiO₂ to bacteria *Vibrio fischeri* and crustaceans *Daphnia magna* and *Thamnocephalus paltryurus*. // Chemosphere. - №71. – PP. 1308–1316.
4. Hilty F.M., Arnold M., Hilbe M. oth. Iron from nanocompounds containing iron and zinc is highly bioavailable in rats without tissue accumulation. // Nature nanotechnology. 2010. - №5. – PP. 374 – 380.
5. Kasemets K., Ivask A., Dubourguier H.C., Kahru A. Toxicity of nanoparticles of ZnO, CuO and TiO₂ to yeast *Saccharomyces cerevisiae*. // Toxicology in Vitro. – 2009. - №23. – PP. 1116 – 1122.
6. Larin S.L., Orlov E.Y., Borsch N.A., Gorbacheva L.A., Budko E.V., Khabarov A.A. Synthesis and Identification of Zinc Oxide Nanoparticles as Precursor for Getting Zinc-Based Biologically Active Additives. // Zhurnal nano- ta elektronnoy fiziki. – 2013. - №4. - PP. 04032-1 – 04032-2.
7. Lucia C.M.D., Sattos L.L.M, Rodrigues K.C.C. oth. Bioavailability of zinc in wistar rats fed with rice fortified with zinc oxide. // Nutrients. – 2014. - №6. – PP. 2279-2289.
8. Maret W. Zinc biochemistry: from a single zinc enzyme to key element of life. // Advances in nutrition. – 2013. - №4. – PP. 83-91.

9. Nunoura N., Ohdan K., Yano T., Yamamoto K., Kumadai H. Purification and characterization of β -D-glucosidase (β -D-fructosidase) from *Bifidobacterium breve* clb acclimated to cellobiose. // Bioscience. Biotechnology. Biochemistry. – 1996. - №2 – PP. 188-193.
10. Salgueiro M.J., Bioch, Zubillaga B. oth. Bioavailability, biodistribution, and toxicity of BioZn-AAS: a new zinc source. Comparative studies in rats. // Nutrition. – 2000. - №16. - PP. 762-766.
11. Schmitt, M., Gellert, G., Ludwig, J., Lichtenberg-Frate, H. Phenotypic yeast growth analysis for chronic toxicity testing. // Ecotoxicology and Environmental Safety. – 2004. - №59. – PP. 142–150.
12. Zalups R.K., Koropatnick J. Cellular and molecular biology of metals. – NW.: CRC Press, 2010. – 425 с.
13. Budko E.V., Habarov A.A., Konopljia A.I., Gorbacheva L.A., Elcova N.O. Obogashhenie drozhzhej soljami tsinka // Nauchnye vedomosti. BelGU. Serija Medicina, Farmacija. - 2012. - № 10. - S. 90-94.
14. Raspopov R.V., Buzulukov U.P., Marchenkov N.S. i dr. Biodostupnost nanochastic oksida tsinka. Izuchenie metodom radioaktivnyh indikatorov. // Voprosy pitaniya. – 2010. - №6. – S. 14-18.
15. Torshin I.U., Gromova O.A., Grishina T.R., Rudakov K.V. Ierarhija vzaimodejstvija tsinka i zheleza: fiziologicheskie, molekulyarnye i klinicheskie aspekty. // Trudnyj pacient. – 2010. - №3. – S. 45-53.
16. Khabarov A.A., Budko E.V., Zhiljakova E.T., Novikov O.O., Novikova M.U., Popov N.N., Vanhin O.A. Izuchenie izmenenija tehnologicheskikh harakteristik poroshka tsinka oksida v processe ego tverdogfaznoj mehanohimicheskoj obrabotki // Nauchnye vedomosti BelGU. Serija Medicina, Farmacija. - 2012. - № 22. - S. 116 - 120.
17. Budko E.V., Khabarov A.A., Larin S.L. Sintez i harakteristika malorazmernih soedinenij cinka dlja korrekcii gipocinkozov. // Perspektivnye materialy. – 2016. - №3. - S. 41-46.

DOI: 10.18454/IRJ.2016.47.126

Насрулаева Х.Н., Алхазова Р.Т., Магомедова П.М., Магомедова Р.Г

ГОУ ВПО «Дагестанская Государственная медицинская академия»

АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОТИВОГРИБКОВЫХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ НА ЭТАПЕ КУРСОВОГО ЛЕЧЕНИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТОИМОСТНОЙ ОЦЕНКИ ЛЕЧЕНИЯ БОЛЬНЫХ С ГРИБКОВЫМИ ПОРАЖЕНИЯМИ КОЖИ И НОГТЕЙ

Аннотация

Лечение грибковых заболеваний является довольно сложным процессом, требующим применения фунгицидных и фунгостатических препаратов. Известно, что эффективность традиционных схем лечения невысокая. Общее лечение направлено на устранение непосредственной причины заболевания или к патогенетическим и предполагающим к развитию заболевания факторов. Чаще всего для этой цели используют противогрибковые средства. Применение современных противогрибковых препаратов способствует повышению эффективности терапии грибковых заболеваний. Проведен анализ использования противогрибковых лекарственных средств в различных лекарственных формах для лечения грибковых заболеваний кожи и ногтей.

Ключевые слова: грибковые поражения кожи, противогрибковые средства, Ламизил, Тербинафин, доза, истории болезни, анализ, безопасность, эффективность.

Nasrulaeva Kh.N., Alkhazova R.T., Magomedova P.M., Magomedova R.G.

Dagestan State Medical Academy, Makhachkala

ANALYSIS OF THE USE OF ANTIFUNGAL MEDICATIONS AT THE STAGE OF A COURSE OF TREATMENT AND DEFINITION OF VALUATION THE TREATMENT OF PATIENTS WITH FUNGAL LESIONS OF THE SKIN AND NAILS

Abstract

Treatment of fungal diseases is quite complex process, requiring the use of fungicides and fungostatic drugs. It is known that the low efficiency of traditional treatment schemes. General treatment is aimed at eliminating the immediate cause of the disease or pathogenic and involving factors in the development of the disease. Most often used for this purpose antifungal agents. Application of modern antifungal drugs enhances the effectiveness of treatment of fungal diseases. The analysis of use of antifungal drugs in various dosage forms for the treatment of fungal diseases of the skin and nails.

Keywords: fungal skin infections, antifungal agent, lamisil, terbinafine, dosage, history, analysis, safety, efficacy.

Дерматологические заболевания широко распространены среди населения России. По своей клинической патологии они встречаются довольно часто как среди взрослого, так и среди детского населения. Всему этому способствует ряд факторов: увеличение миграционных потоков; снижение иммунитета; несовершенная система финансирования здравоохранения; нестабильность социально-экономической обстановки; неполноценное питание и несоблюдение правил личной гигиены, национальные конфликты; распространение паразитарных, инфекционных и неинфекционных заболеваний населения.

Республика Дагестан, как и в целом, весь Северокавказский регион, обладает рядом существенных отличий. Во-первых, наличие большого числа высокогорных селений снижает доступность квалифицированной медицинской и лекарственной помощи населению и качество санитарно-просветительной работы. Во-вторых, географическое положение республики обусловило ее отдаленность от центрального региона. В-третьих, количество сельского населения республики преобладает над городским. В Дагестане также наблюдается более низкий, по сравнению с общероссийским, уровень доходов. По данным статистических материалов Республика Дагестан является одним из субъектов Российской Федерации, где сложился самый высокий коэффициент нагрузки миграционных потоков (689 человек на 10 тыс. постоянного населения).

Экологическая и санитарно-эпидемиологическая обстановка в республике Дагестан характеризуется как неблагоприятная, оказывающая отрицательное влияние на демографическую структуру населения и способствующая увеличению дерматологических заболеваний, в том числе экземы и псориаза. По-прежнему актуальной остается проблема совершенствования лекарственного обеспечения регионов России [1]. В решении этой проблемы особое значение имеет региональный подход к насыщенности и рационального использования лекарственных средств и изучение фармацевтического рынка республики Дагестан. Оказание лечебно-диагностической и профилактической помощи больным достигается диспансерным методом обслуживания населения. [2,3].

Среди населения Республики Дагестан болезнь носит эндемический характер. К врачам – дерматологам зачастую обращаются пациенты, страдающие грибковыми поражениями длительное время, нередко с запущенными формами и осложнениями. В настоящее время заболеваемость болезнями кожи и подкожной клетчатки занимает 7-е место в структуре общей заболеваемости населения Республики Дагестан и составляет среди детей — 2,3%, подростков — 10,5% и среди взрослых — 4.1%.

В связи с ростом распространенности микозов среди населения важное значение приобретают своевременная, правильная диагностика и эффективное лечение данной патологии. Установлено, что в возникновении ониомикозов имеют значение не только дерматофиты, но и дрожжевые и плесневые грибы, которые зачастую становятся первичным возбудителям инфекции ногтей. Наиболее распространенными возбудителями микозов являются *Tr. rubrum* и *Tr. mentagrophytes*, плесневелые грибы рода *Scopulariopsis*, *Aspergillus*, *Alternaria*, *Cephalosporium* и др. Помимо этого, нередко обнаруживается смешанный рост нескольких видов грибов в культуре.

Микотическая инфекция кожи и ногтей, не представляет собой серьезной проблемы с позиции общей морбидности и летальности. Однако она далеко не безобидна для здоровья. Пораженная кожа, становясь со временем сухой и утолщенной, может покрываться глубокими и болезненными трещинами, затрудняющими ходьбу. Значительные неудобства, а то и страдания больным могут причинять пораженные ногти стоп. При их деформации больные нередко испытывают дискомфорт, болезненность и даже боль в положении стоя и при ходьбе. Нередко у женщин возникают серьезные психологические проблемы, особенно при ониомикозе кистей.

Микоз стоп может играть провоцирующую роль в патогенезе ряда патологических состояний. За счет трещин обычно межпальцевых складок микоз стоп способствует развитию рожистого воспаления и целлюлита, а также их рецидивам.

Возбудители микоза создают благоприятный фон для развития дерматозов аллергической природы. Известно, что у лиц, страдающих микозом стоп, аллергический дерматит, в том числе и профессиональный, развивается в 3 раза чаще, а лекарственная непереносимость - в 4 раза чаще. Лекарственная непереносимость обычно в виде разнообразных аллергических сыпей при микозе чаще всего встречается при лечении препаратами пенициллина. Поэтому при острых формах микоза стоп не рекомендуется прибегать к их использованию.

В настоящее время на вооружении врачей - дерматологов имеется широкий выбор противогрибковых лекарственных препаратов системного и наружного действия в различных лекарственных формах. Однако проблема терапии больных микозами стоп по-прежнему остается актуальной, т.к. нередко наблюдаются рецидивы, трудно поддающиеся лечению кандидозные онихии.

Общее лечение грибковых заболеваний направлено на устранение непосредственной причины заболевания или к патогенетических и предполагающих к развитию заболевания факторов. Чаще всего для этой цели используют противогрибковые (тербинафин, орунгал, грезеофульвин и др.) антигистаминные (кларитин, супрастин, димедрол, кетотифен, тавегил, и др), антибактериальные (антибиотики и сульфаниламиды), иммуномодуляторы (Т-активин, тималин, тимоген), седативные средства (пустырник, валериана и др.), транквилизаторы (нозепам), гормоны (Лоринден С) и другие медикаментозные средства.

При назначении больному лечения врач-дерматолог должен учитывать безопасность, терапевтическую эффективность, способ применения, а так же стоимость препарата, которая является основополагающей при выборе врачом лекарственного препарата. Изучение листов назначений лекарственных средств больным микозами стоп, стандартизированных схем, протоколов лечения, историй болезни на базе кожно-венерологического диспансера Республики Дагестан, позволили определить ассортимент противогрибковых лекарственных средств, наиболее часто назначаемых больным и провести стоимостную оценку лекарственной терапии в зависимости от нозологии и курса лечения. Анализ показал, что в республиканском кожно-венерологическом диспансере лечение амбулаторных и стационарных больных проходит по однотипным схемам лечения.

Для расчета стоимостной оценки курсового лечения были введены основные группы грибковых заболеваний, наиболее часто регистрируемых в кожно-венерологическом диспансере:

- Микоспория гладкой кожи и волосистой части головы - курс лечения составляет 30 дней
- Трихофития гладкой кожи и волосистой части головы - курс лечения составляет 30 дней;
- Микотические поражения (кандидоз, хромомикоз, мадуromикоз, онихомикоз) – курс лечения составляет 20 дней
- Урогенитальный кандидоз – курс лечения составляет 10 дней.

Выбор, доза и продолжительность лечения противогрибковыми лекарственными средствами зависят от нескольких факторов (рода и вида возбудителя, локализации и тяжести микоза, общего состояния пациента и чувствительности возбудителя к антимикотикам *in vitro*).

По данным проведенного анализа было установлено [1,4], что наиболее высокими оказались расходы одного больного с диагнозом микозы различной локализации (кандидоз, хромомикоз, мадуromикоз, онихомикоз) – средняя стоимость 20-дневного курса лечения составила 8401 руб. Лечение урогенитального кандидоза курсом в 10 дней обходится больному в 1515 руб. Средняя стоимость месячного курса лечения одного больного микоспорией и трихофитией гладкой кожи и волосистой части головы составляет около 3280 руб.

Однако для сокращения расходов больного микотическими поражениями возможна замена дорогого лекарственного препарата Итраконазола на более дешевый лекарственный препарат флуконазол, который необходимо применять по 1 табл. 1 раз в неделю курсом до 3 недель. Стоимость лекарственной терапии, в таком случае, составит 6705 руб. Учитывая то, что лак циклопироксоламин (батрафен) назначается больным онихомикозами, то его исключение из схем назначений, при условии, что больной не страдает данным заболеванием, может также снизить стоимость лекарственной терапии и составить сумму 5095 руб [5].

Системное лечение дерматофитий, особенно у лиц пожилого и старческого возраста, обремененных, как известно, разнообразными и подчас многочисленными заболеваниями, требует особой осмотрительности. Как правило, оно должно включать санацию онихомикоза, так как у подобной категории больных он является, за редким исключением (обычно при эпидермофитии паховой), постоянным спутником дерматофитий. С этих позиций одним из препаратов выбора является тербинафин, обладающий очень высокой активностью против дерматофитов, хорошей переносимостью и минимальным риском развития лекарственных взаимодействий.

Тербинафин - противогрибковый препарат широкого спектра действия, производное аллиламина. Ингибирует синтез эргостерола клеточной мембраны грибов. Активен в отношении дерматофитов (*Trichophyton* spp. *Microsporum* spp. *Epidermophyton floccosum*), дрожжевых грибов *Candida* spp. (включая *Candida albicans*, *Candida glabrata*, *Candida krusei*), плесневых грибов (*Cryptococcus neoformans*, *Aspergillus* spp. *Histoplasma* spp., *Paracoccidioides brasiliensis*, *Sporothrix schenckii*, *Fonsecaea* spp., *Cladosporium* spp., *Blastomyces dermatidis*).

После приема внутрь максимальная биодоступность отмечается при приеме капсул сразу же после плотной еды.

Он обнаруживается в кератине ногтей уже через 1 неделю после начала лечения и сохраняется по крайней мере в течении 6 мес после завершения 3-месячного курса лечения [6]. Определяется также в секрете сальных и потовых желез (данные ЦКВИ. 2013 г.)

Препарат метаболизируется в печени с образованием большого количества метаболитов. Одним из которых является гидроксипрометиназол, который обладает сравнимым с итраконазолом противогрибковым действием.

Мы провели обследование и лечение 52 пациентов. Среди них 28 мужчин и 24 женщины. Возраст больных варьировал от 24 до 68 лет. Продолжительность болезни у пациентов была значительной - от 7 до 30 лет, сопутствующие заболевания выявлены у 56%, в том числе диабет, ожирение, дискинезия желчных путей, миома матки, состояние после резекции желудка, атеросклероз и др. При микроскопической диагностике у 88,2% выявлен *Tr. rubrum*, у 11,8% - *Candida albicans*.

Лечение больных проводили по схеме пульс-терапии: по 250 мг 1 раза в день после обильного приема пищи в течении 7 дней с последующим 3-недельным перерывом. Курс состоял из 3 таких циклов. У всех наблюдаемых больных, за исключением 4, наступило клиническое выздоровление через 6-8 месяцев после окончания лечения. У 4 пациентов улучшение наблюдалось в течении 5 мес после завершения курса, а затем возник рецидив заболевания. У 1 из пациентов за 2 года до начала лечения тербинафином был резецирован желудок по поводу язвенной болезни, у 3 других длительность заболевания онихомикозом составляла более 10 лет и отмечалось 100% поражение всех ногтевых пластинок стоп. Возможно, эти факторы и явились причиной рецидива заболевания.

Подводя итоги, можно сделать вывод о том, что на фармацевтическом рынке появился новый, высокоэффективный антимикотический препарат общего действия с удобной схемой применения. Эффективность терапии составила 86,9%. Мы не выявили ни в одном случае токсического действия на печень. Следует отметить также доступность этого препарата для населения, который введен в список лекарств для льготного обслуживания инвалидов и пенсионеров за счет фонда страховых компаний [5], что позволяет расширить ассортимент назначаемых препаратов и индивидуализировать подходы терапии больных.

Литература

1. Павлова, О.В. Местная терапия микотической инфекции / О.В. Павлова, В.И. Кулагин // Фарматека. – 2003. – №9. – С. 53-55
 2. Саповский, М.М. Актуальные проблемы лекарственного обеспечения в период реформирования экономики в Российской Федерации / М.М. Саповский // Фармация. – 1999. – Т. 48, № 4. – С. 17-19.
 3. Подлужная, А.А. Определение стоимостной оценки курсового лечения больных дерматологического профиля в республиканском кожно-венерологическом диспансере. / А.А. Подлужная // Разработка, исследование и маркетинг новой фармацевтической продукции. Сборник научных трудов Выпуск 61 Пятигорск 2006 С. 560-561.
 4. Пархоменко, Д.В. Аптека в рамках программы ДМС: опыт и перспектива / Д.В. Пархоменко // Новая аптека. – 2003. – №3. – С. 65-67.
 5. Пархоменко, Д.В. Добровольное медицинское страхование как механизм повышения доступности лекарственной помощи / Д.В. Пархоменко // Ремедиум. – 2004. – №3. – С. 24
 6. Панкратов В.Г., Панкратов О.В. Тербинафин (бренд или дженерик) в лечении микоза стоп и онихомикоза // Матер. 4-го всероссийского конгресса по медицинской микологии «Успехи медицинской микологии» / Под ред. акад. РАЕН Ю.В. Сергеева. - М.: Национальная Академия микологии, 2006. - Т. VIII. - С. 199-201".
 7. Перламутров Ю.Н., Степанова Ж.В., Тихонова О.В. Орунгал: перспективы применения при микозах стоп у больных рецидивирующей рожей нижних конечностей. Российский журнал кожных и венерических болезней, 1999 г., №5, С. 50-52.
 8. Петрасюк О.А., Гафаров М.М. Влияние системной энзимотерапии на течение онихомикозов // Матер. 4-го всероссийского конгресса по медицинской микологии «Успехи медицинской микологии» / Под ред. акад. РАЕН Ю.В. Сергеева. - М. Национальная Академия микологии, 2006. - Т. VIII. - С. 201-203.
 9. Потапов Л.В. Микозы стоп у рабочих виброопасных профессий / Автореф. канд. дис. Екатеринбург, 1999. - 22 с.
 10. Рукавишников В.М. Эпидемиология, патогенез, клиника, лечение и профилактика микозов стоп. II *Materia medica*, 1997, № 2, С. 11-40.
- Рукавишников В.М., Суколин Г.И., Куклин В.Т. Лечение и профилактика микозов стоп. - Казань, 1994. - 91 с.

11. Kienzler J.L., Queille-Roussel C., Mugglstone C. et al: Stratum Corneum Pharmacokinetics of a Novel formulation for single dose treatment in dermatophytosis // JEADV 2005. 19 suppl. 2: FC 02.7.

12. Martine Feuihade De Chauvin. Обеззараживание стелек с частицами кожи, пораженной дерматофитом: эффект опрыскивания 1%-ным раствором тербинафина. Больница Сен-Луи-Университет Париж VII им. Дени Дидро. // Berlin, October 2009.

References

1. Pavlova, O.V. Mestnaja terapija mikoticheskoj infekcii / O.V. Pavlova, V.I.Kulagin // Farmateka. – 2003. - №9. – S. 53-55
2. Sapovskij, M.M. Aktual'nye problemy lekarstvennogo obespechenija v period reformirovanija jekonomiki v Rossijskoj Federacii /M.M.Sapovskij // Farmacija. – 1999. – T.48, № 4. – S. 17-19.
3. Podluzhnaja, A.A. Opredelenie stoimostnoj ocenki kursovgo lechenija bol'nyh dermatologicheskogo profilja v respublikanskom kozhno-venerologicheskom dispansere./A.A.Podluzhnaja// Razrabotka, issledovanie i marketing novoj farmacevticheskoj produkcii. Sbornik nauchnyh trudov Vypusk 61 Pjatigorsk 2006 S. 560-561.
4. Parhomenko, D.V. Apteka v ramkah programmy DMS: opyt i perspektiva / D.V.Parhomenko // Novaja apteka.- 2003.- №3.-S. 65-67.
5. Parhomenko, D.V. Dobrovol'noe medicinskoje strahovanie kak mehanizm povyshenija dostupnosti lekarstvennoj pomoshhi / D.V.Parhomenko // Remedium.- 2004.-№3.-S. 24
6. Pankratov V.G., Pankratov O.V. Terbinafin (brend ili dzhenerik) v lechenii mikoza stop i onihomikoza // Mater. 4-go vserossijskogo kongressa po medicinskoj mikologii «Uspehi medicinskoj mikologii» / Pod red. akad. RAEN Ju.V. Sergeeva. - M.: Nacional'naja Akademija mikologii, 2006. - T. VIII. - S. 199-201".
7. Perlamutrov Ju.N., Stepanova Zh.V., Tihonova O.8. Orungal: perspektivy primeneniya pri mikozah stop u bol'nyh recidivirujushhej rozhej nizhnih konechnostej. Rossijskij zhurnal kozhnyh i venericheskikh boleznej, 1999 g., №5, S. 50-52.
8. Petrasjuk O.A., Gafarov M.M. Vlijanie sistemoj jenzimoterapii na techenie onihomikozov // Mater. 4-go vserossijskogo kongressa po medicinskoj mikologii «Uspehi medicinskoj mikologii» / Pod red. akad. RAEN Ju.V. 9.Sergeeva. - M Nacional'naja Akademija mikologii, 2006. - T. VIII. - S. 201-203.
9. Potapov L.V. Mikozy stop u rabochih vibroopasnyh professij / Avtoref. kand. dis. Ekaterinburg, 1999. - 22 s.
10. Rukavishnikova V.M. Jepidemiologija, patogenez, klinika, lechenie i profilaktika mikozov stop. II Materia medica, 1997, № 2, S. 11-40.
- Rukavishnikova V.M., Sukolin G.I., Kuklin V T. Lechenie i profilaktika mikozov stop. - Kazan', 1994. - 91 s.
11. Kienzler J.L., Queille-Roussel C., Mugglstone C. et al: Stratum Corneum Pharmacokinetics of a Novel formulation for single dose treatment in dermatophytosis // JEADV 2005. 19 suppl. 2: FC 02.7.
12. Martine Feuihade De Chauvin. Obezrazhivanie stelek s chast'cami kozhi, porazhennoj dermatofitom: jeffekt opryskivaniya 1%-nym rastvorom terbinafina. Bol'nica Sen-Lui-Universitet Parizh VII im. Deni Didro. // Berlin, October 2009.