

УДК 612.014

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФОНОВОГО ОМЕГА-ПОТЕНЦИАЛА И ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММЫ ПРИ КОМПЛЕКСНОМ САНАТОРНО-КУРОРТНОМ ЛЕЧЕНИИ И АДАПТАЦИИ ОРГАНИЗМА К ИНТЕРВАЛЬНО-РИТМИЧЕСКОЙ ГИПОКСИИ**

**Молов А.А.<sup>1</sup>, Шхагумов К.Ю.<sup>1</sup>, Борукаева И.Х.<sup>1</sup>, Абазова З.Х.<sup>1</sup>, Кипкеева Л.А.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова, Нальчик, e-mail: anzor-m@yandex.ru*

Работа посвящена исследованию фонового омега-потенциала здоровых и больных людей разного возраста, и его изменению после комплексного санаторно-курортного лечения. Цель работы заключалась в исследовании фонового омега-потенциала здоровых и больных людей разного возраста, его изменения после комплексного санаторно-курортного лечения. Объект исследования: здоровые отдыхающие и страдающие остеохондрозом различной степени выраженности. Фоновый омега-потенциал (ОП) в отведениях лоб - тенар кисти и вертекс - тенар кисти (F-T, V-T) регистрировался на приборе «Омега-4», при масштабе 1 mV, 0.3 s. Наряду с этим проводилась регистрация электроэнцефалограммы, исследование кровенаполнения разных отделов головного мозга доплерографическим методом, определение гормонального и иммунного статуса, определение показателей минутного объема дыхания, дыхательного объема, частоты дыхания, содержания кислорода во вдыхаемом (FiO<sub>2</sub>), выдыхаемом (FE0<sub>2</sub>) и альвеолярном (FA0<sub>2</sub>) воздухе. Установлено, что после комплексного санаторно-курортного лечения у всех людей значительно сократилось время выхода исходных значений омега-потенциала на плато. У большей части людей после прохождения курса интервальной гипоксической тренировки негативные значения омега-потенциала после выхода на плато оставались фактически в пределах прежних величин или наблюдались более высокие значения.

Ключевые слова: омега-потенциал, остеохондроз, интервальная гипоксическая тренировка, адаптация к гипоксии.

## **INVESTIGATION OF DYNAMICS OF BACKGROUND INDICATORS OMEGA POTENTIAL AND ELECTROCARDIOGRAPHY UNDER COMPLEX HEALTH RESORT TREATMENT AND ADAPTATION IN THE ORGANISM TO I RHYTHMIC NTERVAL OF HYPOXIA**

**Molov A.A.<sup>1</sup>, Shkhagumov K.Y.<sup>1</sup>, Borukayeva I.K.<sup>1</sup>, Abazova Z.K.<sup>1</sup>, Kipkeeva L.A.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Kabardino-Balkarian State University. H.M. Berbekova, Nalchik, e-mail: anzor-m@yandex.ru*

The work is devoted to the study of background omega-potential of healthy and sick people of different ages, and its change after a comprehensive Spa treatment. The aim of the work was to study the background omega-the potential of healthy and sick people of all ages, its changes after a comprehensive Spa treatment. The object of study: healthy vacationers and patients with osteochondrosis of varying severity. Background omega-potential (OP) in the leads of the forehead - Tenar brush and vertex - Tenar brush (F-T, V-T) was recorded on the device "omega-4", at a scale of 1 mV, 0.3 s. Along with this, the registration of EEG, the study of blood filling of different parts of the brain by dopplerography, the definition of hormonal and immune status, the definition of indicators of minute volume of breathing, respiratory volume, respiration rate, oxygen content in inhaled- (FiO<sub>2</sub>), exhaled- (FE0<sub>2</sub>) and alveolar - FA0<sub>2</sub> air. It was found that after a comprehensive Spa treatment all people significantly reduced the time of the initial values of omega-potential on the plateau. Most people after the interval hypoxic training course had negative omega-potential values after reaching the plateau remained actually within the previous values, or higher values were observed.

Keywords: omega-potential, osteochondrosis, interval hypoxic training, adaptation to hypoxia.

Изменения образа жизни, произошедшие в последние десятилетия в жизнедеятельности человека, увеличили количество пациентов с остеохондрозом, причем это касается всех возрастных групп [1; 2].

Распространенность данного заболевания связана с влиянием факторов наследственного и приобретенного характера, а именно обусловлена влиянием травм, возраста, приводящих к различным заболеваниям в позвоночно-двигательном и нервно-мышечном аппаратах, как правило, дегенеративного характера [3; 4].

Заболевания спины, по данным ВОЗ, регистрируются у более чем половины населения планеты, а процент людей с болями в спине в развитых государствах колеблется от 60 до 80% [5]. Случаи с ошибками в диагностировании клинических состояний заболевания спины в большинстве случаев обуславливают неправильный диагноз, и тем самым неверное лечение, что приводит к нетрудоспособности людей [6].

Ряд ученых [7; 8], признавая системность характера заболевания остеохондрозом, констатируют о необходимости проведения терапии в течение всей продолжительности жизни человека, тогда как сама периодичность курсового лечения зависит от общего состояния здоровья конкретного пациента, рода его профессиональной деятельности и других факторов.

К наиболее рациональным способам и методам профилактического и лечебного характера среди всего применяемого комплекса в медицине можно отнести мануальную терапию, лечебную гимнастику и музыкотерапию (психотерапевтический метод, основанный на целительном воздействии музыки на психологическое состояние человека), которые достаточно подробно описаны в ряде научных работ [9-11].

Анализ методов профилактики и лечения остеохондроза, выполненный Д.А. Бурмистровым [12], свидетельствует, что методики с использованием спортивных и оздоровительных технологий атлетической направленности выгодно отличают их от других ориентацией на спортивную деятельность и значительно усиливают мотивацию к тренировкам с отягощениями в спине.

Научные работы, посвященные сверхмедленной электрической активности здоровых и больных остеохондрозом людей, являются малочисленными, в связи с чем исследования фонового омега-потенциала у здоровых и больных остеохондрозом отдыхающих людей разного возраста и его изменения после комплексного лечения в санаторно-курортных условиях, представленные в настоящей работе, являются актуальными.

Омега-потенциал, характеризуемый как устойчивый потенциал милливольтового диапазона, представляет собой сверхмедленный физиологический процесс. Он как суммирующий объединяющий показатель функционального состояния организма человека проявляет меру скоординированности межорганных и межсистемных нейрогуморальных

взаимоотношений [6]. Колебания омега-потенциала отражают процессы в нейронах, в частности нейрогормональные функции и нейроглии. Расположение структур со сверхмедленными колебаниями потенциала (СМКП) сосредоточены в большей части в области гипоталамуса. Частота сверхмедленного ритма во всех структурах имеет одинаковый порядок, однако в ядрах гипоталамуса частота колебаний становится выше, в особенности после их стимуляции, чем в других образованиях мозга. Повышенные частоты сверхмедленных колебаний потенциала в гипоталамусе могут быть обусловлены высокой чувствительностью этой области, особенно к действию многих высокоактивных веществ, таких как нейрогормоны (гистамин, серотонин, норадреналин и др.).

Цель исследований заключалась в исследовании динамики показателей фонового омега-потенциала и электрокардиограммы при комплексном санаторно-курортном лечении и адаптации организма к интервально-ритмической гипоксии.

**Материал и методы исследования.** Обследование проводили на 50 пациентах, которые относились как к здоровым отдыхающим, так и страдающим остеохондрозом различной степени выраженности, и 20 кроликах-самцах породы «Серый великан». На приборе «Омега-4» при масштабе 1 mV, 0.3 s регистрировали фоновый омега-потенциал (ОП) в отведениях лоб - тенар кисти и вертекс - тенар кисти (F-T, V-T). У людей разного возраста до и после санаторно-курортного лечения, заключающегося в прохождении курса интервальной гипоксической тренировки (ИГТ), регистрировали омегограмму. Наряду с исследованием омега-потенциала проводили регистрацию электроэнцефалограммы, мониторинг наполнения кровью разных отделов головного мозга методом доплерографии, установление иммунного и гормонального статуса, определение минутного объема дыхания, дыхательного объема, частоты сердечных сокращений, содержания кислорода во вдыхаемом, выдыхаемом и альвеолярном воздухе, а также параметры кровообращения (ударный объем, частота сердечных сокращений, минутный объем кровообращения, показатели дыхательной функции крови, концентрацию гемоглобина в крови, количество эритроцитов, насыщение артериальной крови кислородом), показатели тканевого дыхания – потребление кислорода, выделение CO<sub>2</sub>. Минутный объем крови определяли путем подсчета количества крови, прошедшей через одно из предсердий за минуту. Определялись также параметры кислородных режимов организма (КРО), показатели скорости массопереноса кислорода, показателей экономичности – кислородных режимов организма: вентиляционный эквивалент, кислородный эффект дыхательного цикла, гемодинамический эквивалент, кислородный пульс. Для снятия ЭКГ у кролика мы использовали игольчатые

электроды с приспособлениями для их фиксации. ЭКГ регистрировалась в стандартных отведениях одноканальным электрокардиографом ЭК1Т-04, при чувствительности пера 1 мВ = 2 см, со скоростью протяжки ленты 50 мм/с. Для исследования воздействия гипоксии на электрическую активность сердца нами применялась методика барокамерной интервально-ритмической гипоксической тренировки. В опытах использовалась лабораторная барокамера ГК-100-1, в которой создавались условия, близкие к высокогорью, путем разрежения воздуха. Воздух из барокамеры откачивался насосом ПНВС-10. Подъем животных осуществлялся нами со скоростью 12,5 м/с до высоты 6 км, где животное выдерживали в течение 5 мин (время экспонирования), после чего производили спуск с такой же скоростью. В каждый день гипоксических тренировок кроликов поднимали 5 раз с интервалами между отдельными подъемами 20 мин. Время адаптации в режиме барокамерной интервально-ритмической гипоксической тренировки 10 дней. Для оценки влияния гипоксии на биоэлектрическую активность сердца производился подъем интактных кроликов до высоты 8 км и адаптированных к гипоксии до высоты 9 км.

Обработка полученных цифровых данных проводилась биометрически в соответствии с общепринятыми методами вариационной статистики на персональном компьютере с помощью пакета программ анализа данных Statistica 6.0 с установлением достоверности разности показателей по критерию Стьюдента.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Результаты проведенных исследований свидетельствуют, что у всех подконтрольных людей после проведенного комплексного лечения в санаторно-курортных учреждениях на достоверную разницу ( $P \leq 0,01$ ) снизилась продолжительность периода выхода исходных значений омега-потенциала на плато (таблица). После прохождения курса интервальной гипоксической тренировки у доминирующей части людей неудовлетворительные значения омега-потенциала после выхода на плато продолжали оставаться практически на уровне прежних исходных значений, либо имели место более высокие величины. Наряду с этим у людей до интервальной гипоксической тренировки выявлены колебания омега-потенциала минутного диапазона до выхода на плато, тогда как по окончании указанной тренировки их не регистрировали. Кроме того, установлено, что после проведенной интервальной гипоксической тренировки различия между исходными величинами уровня омега-потенциала и его значениями после выхода на плато резко снизились ( $P \leq 0,001$ ).

Показатели фонового омега-потенциала у здоровых и больных лиц разного возраста

Время стабилизации фонового омега-потенциала (мин.)		Амплитуда омега-потенциала при выходе на плато (mV)		Начальная амплитуда омега-потенциала (mV)		Колебания минутного диапазона до выхода на плато		Диагноз
до ИГТ	после ИГТ	до ИГТ	после ИГТ	до ИГТ	после ИГТ	до ИГТ	после ИГТ	
$X \pm m_x$	$X \pm m_x$	$X \pm m_x$	$X \pm m_x$	$X \pm m_x$	$X \pm m_x$	$X \pm m_x$	$X \pm m_x$	
4,03±0,04	1,95±0,02	-10,49±0,7	-17,88±0,9	-42,79±1,6	-20,95±1	есть	нет	здоровые
3,88±0,03	2,12±0,02	-16,03±0,8	-16,95±0,8	-23,10±1,3	-18,80±1	есть	нет	остеохондроз

Примечание: ИГТ – интервальная гипоксическая тренировка; X – средняя арифметическая,  $m_x$  – ошибка средней арифметической.

Общеизвестен факт учащения частоты сердечных сокращений на начальных этапах кратковременной адаптации к гипоксии. При этом на начальных (малых) высотах, характеризующихся незначительным разрежением воздуха, у людей имеют место вариации частоты сердечных сокращений.

Эти факты нашли отражение и в полученных нами результатах эксперимента с животными (кроликами). Подобные исследования проводились с целью подтверждения полученных закономерностей у людей. Так, у нетренированных к гипоксическим условиям кроликов до высоты 3000 м выявили увеличение частоты сердечных сокращений ( $P \leq 0,001$ ), которое при дальнейшем подъеме животных сменялось замедлением сердечного ритма. При гипоксии повышение потребления кислорода миокардом связывают с увеличением его работы. При этом повышение частоты сердечных сокращений у нетренированных кроликов обуславливает значительное укорочение диастолы, и закономерно этому нарушается соответствие между снабжением сердца кислородом и потребностью в нем. Адаптация тренированных кроликов способствует обеспечению оптимальных величин частоты сердечных сокращений и характеризует соответствие снабжение сердца кислородом с потребностью в нем. Динамика частоты сердечных сокращений кроликов, прошедших адаптационный период к нехватке кислорода, в отличие от нетренированных особей, имеет существенные различия. Так, их подъем на высоту моментально показал на снижение частоты сердечных сокращений, которое оставалось практически на том же уровне до высоты 3000 м; после чего имело место определенное кратковременное увеличение и дальнейшее снижение. Объяснением снижения частоты сокращений у тренированных кроликов при подъеме до указанной высоты является то,

что их сердце работает более экономно, потребляя при этом меньше кислорода, что вполне закономерно, так как затраты энергии за единицу времени составляют количество энергии, затрачиваемой на одно сердечное сокращение, умноженное на число сердечных сокращений за этот же промежуток времени. Снижение частоты сердечных сокращений у кроликов в результате нарастания гипоксии – с увеличением высоты – объясняется и тем, что кардиомиоциты потребляют больше энергии при быстром достижении необходимого напряжения и укорочения, чем если они делают то же самое в более медленном темпе. Выявлена зависимость более рационального расхода энергии в результате меньшего потребления кислорода в случае достижения необходимого минутного объема при низкой частоте сердечных сокращений и большом ударном объеме в отличие от высокой частоты сердечных сокращений и небольшого ударного объема.

Нарушение кровообращения происходит в условиях повышения частоты сердечных сокращений, удлинения диастолы, повышения наполнения желудочков и, соответственно закону Франка-Старлинга, повышения сократительной способности миокарда и кровенаполнения сердца, что способствует снижению ударного объема. Однако в ряде случаев процесс брадикардии, при критическом снижении частоты сердечных сокращений, когда ударный объем сердца становится минимальным, уровень сердечного выброса может оставаться прежним, не снижаясь, что связано с увеличением наполнения кровью, а тем самым их ударного объема. При замедлении ритма сердца наблюдается увеличение времени диастолы. Под действием хронотропных влияний частота сердечных сокращений снижается, а сердечный выброс уменьшается непропорционально снижению частоты сердечных сокращений, и в ряде случаев даже при замедленном ритме сокращений сердце способно обеспечивать нормальную величину сердечного выброса. Изменения ритма сердца под хронотропным влиянием оказывают симпатические и блуждающие нервы на синоатриальный узел сердца. Основной причиной, способствующей снижению сердечного выброса, можно считать недостаточное количество поступающей к сердцу венозной крови, что отрицательно влияет на минутный объем крови. Последствием процесса является снижение количества циркулирующей крови, уменьшение массы тканей и закупорка крупных вен при расширении обыкновенных.

Состояние показателей сердечной деятельности обусловлено, главным образом, функциональным состоянием блуждающих и симпатических нервов. Одним из главных показателей, по которому судят о ритме сердца, является систолический показатель, который поступает из желудочка за одну систолу, характеризуя активное состояние желудочков в

течение определенного периода времени. Чем выше значения систолического показателя, а, соответственно, при сокращении желудочков в артериальную систему поступает больше крови, тем более неблагоприятен прогноз, и обусловлено это быстрым повреждением сердечной мышцы при непродолжительном отдыхе. При условии сокращения времени диастолы сердце не успевает отдохнуть, что свидетельствует о нарушении сердечного ритма, в том числе частоты, ритмичности и последовательности сокращений сердечной мышцы. Кроме того, исходя из обеспеченности миокарда кровью в этот период на 85%, можно утверждать о необходимости увеличения этого периода с одновременным снижением значения систолического показателя, с целью большего обеспечения кровью клеток миокарда.

Реакция кроликов при адаптации к гипоксии на разных уровнях высот способствовала уменьшению уровня систолического показателя, а более низкие значения анализируемого показателя выявили на более высоких уровнях высоты ( $P \leq 0,001$ ). Полученные данные по сокращению сердца адаптированных кроликов свидетельствуют, что этот процесс более интенсивно протекал в период систолы, что обусловлено большей интенсивностью наполнения кровью в период диастолы, что в совокупности обеспечило рост ударного объема.

Увеличение систолического показателя имеет место не только на больших высотах, но и на малых. Указанное мнение подтвердилось полученными нами данными – на нетренированных кроликах. Исходя из этого, можно утверждать, что при барокамерной интервально-ритмической гипоксической тренировке на низких высотах сердце кроликов, не прошедших адаптацию к гипоксии, по сравнению с адаптированными сверстниками сокращается слабее, что обусловлено снижением коронарного кровотока, приводящего к сокращению миокарда. При снижении основного предназначения сердца – способности к перекачиванию крови – инотропная функция миокарда снижалась, в результате чего происходил сбой и нарушение нервной и других систем, способствуя сердечной недостаточности.

Исследования на кроликах показали, что большая способность миокарда к сокращению наблюдалась у адаптированных к гипоксии особей, что обусловлено предшествующим большим растяжением мышечных волокон. Тенденцию выдвижения актиновых и миозиновых нитей из промежутков регистрировали при растяжении саркомеры, что способствовало увеличению числа актомиозиновых мостиков, образование которых имеет место при их сокращении, а, значит, увеличивается потенциальный резерв повышения сократительной функции.

На начальном этапе гипертрофии миокарда большое влияние оказывает уменьшение уровня зубца R. В результате гипертрофии левого желудочка основной камеры сердца,

отвечающей за кровообращение во всем организме, происходит утолщение мышечной стенки левого желудочка, при этом на основе расшифровки электрокардиограммы видно уменьшение амплитуды зубца R<sub>II</sub>, а при продолжительных высоких физических (функциональных) нагрузках на сердце наблюдается повышение отдельных волокон миокарда и в целом всего сердца (гипертрофия). Гипертрофия левого желудочка, возникающая под влиянием разных факторов, может проявиться при недостатке кислорода, нарушении частоты и глубины дыхания.

Снижение амплитуды зубцов (низкий вольтаж) электрокардиограммы может иметь различный уровень и имеет место при уменьшении количества мышечной ткани в сердце (миокардиодистрофия) и нарушении обмена веществ. В наших исследованиях подобное не регистрировалось, так как опыты проведены на молодых особях, а миокардиодистрофия более характерна во взрослом состоянии.

У нетренированных к гипоксии кроликов в наибольшей степени при адаптации к кислородному голоданию на высоте 3 км имело место выраженное снижение значений зубца T ( $P \leq 0,001$ ), а дальнейшее увеличение высоты – способствовало определенной стабилизации, которая удерживалась вплоть до высоты 7000 м. Превышение этой высоты в гипоксических условиях вызывало рост зубца T, увеличение которого на больших высотах - вполне ожидаемая реакция.

Следует отметить и другую особенность зубца T электрокардиограммы, которая указывает на процесс быстрой конечной реполяризации миокарда желудочков. Приспособление кроликов к влиянию гипоксической тренировки представлено увеличением зубца T в пределах нормы ( $P \leq 0,001$ ). В связи с этим при подъеме тренированных животных на высоты с последующим снижением амплитуда зубца T приходит в норму, а именно в пределах значений, близких к нормальному у нетренированных к недостатку кислорода, что свидетельствует о том, что процессы реполяризации у тренированных к гипоксии кроликов при их подъеме до 7000 м практически не уменьшаются, и не происходит повреждения миокарда, связанного с гипоксией. Данные барокамерной интервально-ритмической гипоксической тренировки кроликов свидетельствуют о том, что во время адаптации к гипоксии происходило увеличение зубца T ( $P \leq 0,001$ ).

Полученные в наших исследованиях величины фонового омега-потенциала у адаптированных к кислородному голоданию больных и здоровых остеохондрозом различной степени людей указывают на улучшение адаптивных механизмов и реактивной способности организма.



Тренировка по адаптации к недостатку кислорода путем интервального курса разных воздействий позволяет улучшить процесс прохождения приспособления к кислородному голоданию, увеличивает уровень «неспецифической» реактивности и повышает возможности фурье-стресс дифрактометра. Указанная тренированность повышает механизмы антигипоксантажной и антиоксидантной системы, увеличивает аэробные и анаэробные процессы организма и его общую работоспособность [7]. Полученные результаты исследований согласуются с адаптивными реакциями кроликов на действие гипоксии на разных высотах, прослеживаемыми в динамике показателей ЭКГ. Исходя из анализа изменений систолического показателя и высоты зубца Т установлено, что уменьшение частоты сердечных сокращений при подъеме до 3 км высоты у адаптированных кроликов свидетельствует о более экономичной работе миокарда. Было выяснено, что в результате тренировки при подъеме животных в сердце до 7 км высоты фактически не уменьшаются процессы реполяризации желудочков и, следовательно, миокард не испытывает значительной гипоксии.

**Заключение.** Следовательно, проведенные исследования динамики показателей омега-потенциала и электрокардиограммы при комплексном санаторно-курортном лечении и адаптации организма к интервально-ритмической гипоксии позволяют сделать общий вывод о пользе проведенного курса интервальной гипоксической тренировки в комплексном санаторно-курортном лечении людей, что характеризует эффективность и результативность метода улучшения состояния здоровья и повышения общей резистентности организма как здоровых, так и больных остеохондрозом людей и является хорошим методом профилактики.

### Список литературы

1. Корнилова О.Ю., Абрамов П.В. Гендерный аспект социально-психологических установок пожилых лиц с остеохондрозом позвоночника // Научное обозрение. Педагогические науки. 2017. № 6-1. С. 69-78.
2. Сороковиков В.А., Кошкарева З.В., Складенко О.В. Остеохондроз: некоторые аспекты состояния вопроса // Сибирский медицинский журнал (Иркутск). 2016. Т. 141. № 2. С. 22-28.
3. Морозов И.Н., Ушаков А.И. Нейромодуляция в терапии медикаментозно-резистентного болевого синдрома у пациентов с болезнью оперированного позвоночника // Современные технологии в медицине. 2015. Т. 7. № 3. С. 90-94.
4. Никитин А.С., Гринь А.А. Диагностика нестабильности при дегенеративной болезни

- пояснично-крестцового отдела позвоночника // Нейрохирургия. 2017. № 3. С. 102-111.
5. Sandler D. Fundamental weight training. USA: Human Kinetics Publishers. 2010. 224 p.
  6. Артюхина А.И., Чумаков В.И. Опережающее обучение в освоении новых образовательных технологий преподавателями высшей школы // Научно-методический электронный журнал Концепт. 2015. Т. 13. С. 3541-3545.
  7. Колчинская А.З., Цыганова Т.Н., Остапенко Л.А. Нормобарическая интервальная гипоксическая тренировка в медицине и спорте. М.: Изд-во Медицина, 2003. 407 с.
  8. Курпан Ю.И., Таламбум Е.А., Силин Л.Л. Движения против остеохондроза позвоночника. М.: «Физкультура и спорт», 2014. 61 с.
  9. Кувшинов Н.Д. Поиск критериев эффективности лечения остеохондроза позвоночника // Прикладные информационные аспекты медицины. 2000. Т. 3. № 2. С. 97-99.
  10. Данилова А.М., Красильников А.Н., Леус П.В. Поясничный остеохондроз: методы профилактики и лечения // OlymPlus. Гуманитарная версия. 2017. № 1. С. 97-99.
  11. Попов С.Н. Физическая реабилитация. Ростов-на-Дону: Из-во «Феникс», 2005. 608 с.
  12. Бурмистров Д.А. Физическая адаптация лиц среднего и пожилого возраста при остеохондрозе позвоночника // Успехи геронтологии. 2010. Т. 23. № 3. С. 488-495.